

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (бакалавриат) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки»
 Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
«Технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации»	

УДК 504.5:665.6:631.95

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7Б	Колупаев К.Е.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Зиякаев Г.Р.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Клемашева Е.И.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Фех А.И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	К.П.Н.		

Результат освоения ООП

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК (У)-1, УК(У)-2, УК(У)-3, УК(У)-6, УК(У)-7, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-4, УК(У)-5, УК(У)-8, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>
P3	Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>
P4	Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов а также защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>
P5	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК (У)-23, ПК (У)-24)</i>
P6	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-2, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>
P7	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ОПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
P8	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.010</i>

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
	устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН.	"Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
Р9	Владеть методами и средствами для выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем НППС.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.055" Специалист по эксплуатации нефтепродуктоперекачивающей станции магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов "



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (бакалавриат) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР

(Подпись) _____ (Дата) Брусник О.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7Б	Колупаеву Константину Евгеньевичу

Тема работы:

«Технологическая установка для очистки грунтов методом биоремедиации»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.2021 г. № 36-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	FIORI DB 110
--	--------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Введение</p> <p>1.Способы очистки нефтезагрязненной почвы.</p> <p>2.Сорбционная очистка почвы.</p> <p>3.Применяемые биосорбенты.</p> <p>4.Технологические особенности процесса биосорбентов.</p> <p>5.Существующие установки.</p> <p>6.Расчет основных параметров установки.</p> <p>7.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережения.</p> <p>8.Социальная ответственность.</p>						
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Таблицы,рисунки.</p>						
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Раздел</th> <th>Консультант</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</td> <td>Клемашева Е.И., к.э.н.,доцент</td> </tr> <tr> <td>«Социальная ответственность»</td> <td>Фех А.И.,старший преподаватель</td> </tr> </tbody> </table>		Раздел	Консультант	«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Клемашева Е.И., к.э.н.,доцент	«Социальная ответственность»	Фех А.И.,старший преподаватель
Раздел	Консультант						
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Клемашева Е.И., к.э.н.,доцент						
«Социальная ответственность»	Фех А.И.,старший преподаватель						
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>							

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Зиякаев Г.Р.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7Б	Колупаев Константин Евгеньевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7Б	Колупаеву Константину Евгеньевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	ОНД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР: «Технологическая установка для очистки грунтов методом биоремедиации»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p><u>Объект исследования:</u> технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов.</p> <p><u>Область применения:</u> предназначен для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. Производственная безопасность 	<p>1 Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) // Собрание законодательства РФ. – Глава 34, ст. 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда</p> <p>2. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08- 624-03</p> <p>3. ГОСТ 12.0001-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда»</p> <p>4. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам;</p> <p>5. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;</p>
2. Производственная безопасность: 2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <p>1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.</p> <p>2. Климатические и погодные условия на рабочем месте.</p> <p>3. Загазованность рабочей зоны.</p> <p>Анализ выявленных опасных факторов:</p> <p>1. Факторы, связанные с электрическим током.</p>
3. Экологическая безопасность:	<p>Литосфера: Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами.</p> <p>Атмосфера: Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по причине испарения нефтепродуктов с поверхности земли.</p> <p>Гидросфера: Загрязнение водных объектов нефтью, маслами, электролитами.</p>

4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<u>Анализ возможных чрезвычайных ситуаций:</u> Техногенного характера – возникновение пожара вследствие разлившихся нефтепродуктов
---	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику:	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Фех Алина Ильдаровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7Б	Колупаев Константин Евгеньевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7Б	Колупаеву Константину Евгеньевичу

Школа	ИШПР	Отделение	ОНД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 1 000 000 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 150 000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент – 1,3
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- Карта сегментирования рынка
- Матрица SWOT
- График реализации проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Клемашева Елена Игоревна	канд.экон.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7Б	Колупаев Константин Евгеньевич		

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2020/2021 года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.01.2021	Введение	
28.01.2021	Обзор литературы	
05.02.2021	Выбор установки для дальнейшей ее модернизации	
20.02.2021	Разработка технологической схемы подачи сорбента и биологически активного компонента	
28.02.2021	Расчет материального баланса для определения параметров установки.	
04.03.2021	Расчет бака и подбор воздухоподогревателя для подачи сорбента	
21.03.2021	Расчет бака и подбор насоса для конструкции установки	
11.05.2021	Финансовый менеджмент	
11.05.2021	Социальная ответственность	
17.05.2021	Заключение	
27.05.2021	Презентация	
	Итого	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Зиякаев Г.Р.	к.т.н.		
Согласовал:				
Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации» содержит 110 страниц текстового документа, 12 рисунков, 26 таблиц, 40 использованных источников.

Ключевые слова: Нефтезагрязненный грунт, Способы очистки, Установки для очистки, Биосорбент, Биоремедиация.

Цель работы:

Разработать технологическую установку предназначенную для очистки нефтезагрязнённых грунтов методом биоремедиации с применением биосорбентов и нефтеокисляющей микрофлоры. Требуемая производительность: 0.5 т/ч. Требуемая степень очистки: не ниже 99.9%.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучение современных методов рекультивации нефтезагрязненных территорий;
- сравнительный анализ применяемых биосорбентов;
- разработка новой высокоэффективной технологии очистки почв и грунтов от загрязнений нефтью и нефтепродуктами на основе процесса биосорбционных препаратов;
- подбор оборудования для осуществления технологического процесса в соответствии с разработанной схемой;
- расчёт основных параметров установки;
- разработка мобильного технологического комплекса.

					Технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Колупаев К.Е.			Реферат	Лит.	Лист
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					10
Консульт.							110
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б7Б	
		А.В. В.					

В ходе выполнения выпускной работы были рассмотрены основные методы очистки нефтезагрязненного грунта. Разработана технологическая схема с применением биосорбентов и нефтеокисляющей микрофлоры. Также были определены основные геометрические параметры установки на основании расчета материального баланса в итоге реализации данной технологии разработана конструкция мобильного технологического комплекса.

					Технологическая установка для очистки нефте- загрязненных грунтов методом биоремедиации				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Колупаев К.Е.			Реферат	Лит.		Лист	Листов
Руковод.		Зиякаев Г.Р.						11	110
Консульт.						ТПУ гр. 2Б7Б			
Рук-ль ООП		Брусник О.В.							
		А.В. В.							

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	12
ВВЕДЕНИЕ	13
Задачи:	15
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	16
1.1 Загрязнения почвы отходами нефти и нефтепродуктов	16
1.1.1 Механические повреждения почвы и грунта	20
1.1.2 Химическое нарушение почв	21
1.2 Способы очистки нефтезагрязнённой почвы	22
1.2.1 Механические методы	23
1.2.2 Физико-химические методы	24
1.2.3 Химические методы	25
1.2.4 Биологические методы	25
1.3 Сорбционная очистка почвы от нефтезагрязнений	32
1.4 Очистка почвы от нефтезагрязнений при помощи биосорбентов	37
1.5 Применяемые биосорбенты	42
1.6 Технологические особенности процесса биоремедиации	45
1.7 Существующие установки для очистки нефтезагрязнённого грунта	49
1.8 Заключение к литературному обзору	49
2 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	51
2.1 Техническое задание	51
2.2 Разработка технологической схемы	52
2.3 Расчёт основных параметров установки	53
2.4 Разработка конструкции установки	56
2.4.1 Выбор мобильной установки	56
2.4.2 Разработка устройства для подачи сорбента	59
2.4.3 Разработка устройства для подачи водного раствора с биологически активным компонентом	62
2.4.4 Эскизная модель установки	64
3 Социальная ответственность	74
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
Список использованных источников	107

					Технологическая установка для очистки нефтезагрязнённых грунтов методом биоремедиации		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Колупаев К.Е.			Содержание	Лит.	Лист
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					12
Консульт.							110
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б7Б	
		А.В. В.					

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день Загрязнение почв нефтью и другими нефтепродуктами является актуальной проблемой. Попадание нефтепродуктов или других углеводородов в почву приводит к значительному ухудшению водной и воздушной проницаемости почв, влияет на морфологические, физические, химические, биологические свойства почвы, которые определяют ее плодородие и экологические функции. Пропитанные нефтью почвы изменяют свой химический состав, свойства и структуру.

Огромное количество шламовых емкостей требуют восстановления, и это не считая мест аварийных разливов. Шламовыми амбарами являются накопительные ямы, их размер составляет около 50-100 м. Такие ямы создаются возле буровых скважин, куда поступают для распределения отходы бурения: разные виды растворов, смешанные с нефтью или нефтепродуктами, химические реагенты, размельченная горная порода, глина.

Для засыпки одного хранилища, потребуется около 5 тысяч кубических метров песка. Данные работы по устранению хранилища требуют больших денежных затрат. Для заполнения одной емкости приходится около 600 тыс. руб. Многие нефтяные предприятия уничтожают около 350 нефтяных хранилищ. В случае применения такой технологии, «рекультивированный» данным образом территория остается на длительное время источником постоянного загрязнения грунтовых и подземных вод.

					Технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Колупаев К.Е.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					13	110
Консульт.						ТПУ гр. 2Б7Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						
		А.В. В.						

Цель работы: Разработать технологическую установку предназначенную для очистки нефтезагрязнённых грунтов методом биоремедиации с применением биосорбентов и нефтеокисляющей микрофлоры. Требуемая производительность: 0.5 т/ч. Требуемая степень очистки: не ниже 99.9%.

					Технологическая установка для очистки нефте- загрязненных грунтов методом биоремедиации				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Колупаев К.Е.			Цель работы	Лит.		Лист	Листов
Руковод.		Зиякаев Г.Р.						14	110
Консульт.						ТПУ гр. 2Б7Б			
Рук-ль ООП		Брусник О.В.							
		А.В. В.							

Задачи:

- изучение современных методов рекультивации нефтезагрязненных территорий;
- сравнительный анализ применяемых биосорбентов;
- подбор оборудования для осуществления технологического процесса в соответствии с разработанной схемой;
- расчёт основных параметров установки;
- разработка мобильного технологического комплекса.

					Технологическая установка для очистки нефте- загрязненных грунтов методом биоремедиации				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Колупаев К.Е.			Задачи	Лит.		Лист	Листов
Руковод.		Зиякаев Г.Р.						15	110
Консульт.						ТПУ гр. 2Б7Б			
Рук-ль ООП		Брусник О.В.							
		А.В. В.							

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Загрязнения почвы отходами нефти и нефтепродуктов

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами воздействует на морфологические, физические, химические, биологические свойства почвы, которые определяют ее плодородие и экологические функции. Причиной тому является физическое и моральное старение технологического оборудования большинства предприятий, в том числе и очистных сооружений.

Нефть, попадая в почву, спускается вертикально вниз под влиянием гравитационных сил и распространяется вширь под действием поверхностных и капиллярных сил. Скорость движения нефти зависит от ее свойств, грунта и нефти, воздуха и воды в многофазной движущейся системе. Первостепенное значение при этом имеют тип нефти, ее количество, характер нефтяного загрязнения. Чем ниже доля нефти в такой системе, тем труднее ее фильтрация (миграция) в грунте. В ходе этих явлений насыщенность грунта нефтью (при отсутствии новых поступлений) снижается. При содержании в грунте 10-12% нефть становится неподвижной.

Нефть и нефтепродукты принадлежат к известным поллютантам природной среды, вызывая видимые изменения в химическом составе, свойствах и структуре почвы. Нефть является распространенным опасным загрязнителем, при разливах которой на длительное время нарушается нормальное функционирование почвенной экосистемы, ухудшается почвенное плодородие и резко меняется интенсивность и направленность окислительно-восстановительных процессов.

					Технологическая установка для очистки нефте-загрязненных грунтов методом биоремедиации		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Колупаев К.Е.			Литературный обзор	Лит.	Лист
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					16
Консульт.							110
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б7Б	
		А.В. В.					

Поступление нефти в почву неопределенно влияет на активность ферментов, которая усиливаться, и конечно ослабевать в зависимости от дозы и вида загрязнителя и типа почвы, подвергшейся загрязнению.

Для нефтегазового комплекса свойственны следующие проблемы: рост общей площади нарушенных территорий при хронически низких темпах их восстановления; большая загрязнённость территорий в районах добычи нефти и газа; высокая степень опасных нагрузок на окружающую среду от нефтедобывающих предприятий и предприятий нефтепереработки; недостаточное развитие природоохранной инфраструктуры, систем предотвращения и снижения негативных воздействий на природную среду, средств объективного контроля полноты и качества выполнения проектных решений; недостаточно проработанные правовые требования на рекультивацию выработанных подземных хранилищ, несоблюдение экологических норм на всех этапах эксплуатации и реабилитации природных комплексов.

На территории России имеется 1600 нефтебаз и хранилищ нефтепродуктов, около 30 нефтеперерабатывающих предприятий, эксплуатируется примерно 140 тыс. скважин. Общая протяженность магистральных трубопроводов 207 тыс. км.

По данным Министерства природных ресурсов Российской Федерации и Российского отделения «Гринпис», потери нефти и нефтепродуктов в России за счет аварийных ситуаций колеблются от 17 до 20 млн. т ежегодно, что составляет порядка 7% от добычи нефти [15].

Большую угрозу экологической ситуации создают законсервированные разведочные скважины, пропускающие нефть и газ. Количество таких скважин выше 7 тыс. На ликвидацию только аварийных скважин, которых около 980, требуется порядка 250 млрд. рублей.

Кроме того, в процессе исправления технологического оборудования и его эксплуатации в грунт попадает такое количество углеводородов, которое

					Литературный обзор	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

формирует залежь. Например, залежь смеси, состоящей из бензина и дизельного топлива, залегающая на глубине 5-7 м, объемом до 600 000 м³. Эта смесь распространяется в скопление пород, вызывает быстрое загрязнение грунтов, продуктами переработки нефти.

В процессе добычи, сохранения, транспортировки и переработки нефти на поверхности земли оказывается около 50 млн. тонн нефти и нефтепродуктов, которые после попадают в грунт и воду. При этом, из ряда ценных природных энергоресурсов они поступают в группу токсичных загрязнителей окружающей среды.

Площадь нефтяного пятна на поверхности почвы зависит, в основном, от массы аварийного пролива, характеристик гидродинамического потока источника, характеристик естественного барьера на пути растекания, процессов взаимодействия пролитой нефти с растительностью и почвой, физико-химических свойств нефти, климатических и погодных условий.

Попадая в почву нефть и нефтепродукты, приносят огромный ущерб окружающей среде. В почве нефть оказывает значительные, порой неисправимые изменения ее свойств – образование битуминозных солончаков, гудронизацию, цементацию. В следствии, эти изменения несут ухудшение состояния растительности и биопродуктивности земель. В результате нарушения земельного покрова и растительности усиливаются неприятные природные процессы – эрозия почв, деградация, криогенез.

Нефтеперерабатывающие предприятия загрязняют земли и почву в результате фильтрации нефтепродуктов из шламохранилищ.

Нефть и нефтепродукты носят не однозначный характер для окружающей среды, а токсичность нефти и ее продуктов не всегда очевидна. Небольшое количество нефти вызывают стимулирующее действие на рост растений. Нефть обладает лечебным характером и является питательной средой для ряда групп микроорганизмов. Она легче других вредных веществ разлагается, принося в почву дополнительные органические соединения. С другой стороны, в загрязненной территории гибнут растения.

					Литературный обзор	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вода при попадании нефти делается непригодной для жизни и хозяйственной деятельности человек, живые организмы, живущие в загрязненной воде или выращенные на загрязненных почвах, теряют пищевые качества.

Пропитанные нефтью почвы меняют свой химический состав, свойства и структуру. Прежде всего, это приходится на гумусовом горизонте: количество углерода в нем резко увеличивается, но битуминозное вещество значительно ухудшает качество почв как питательного субстрата для растений. Гидрофобные частицы нефти препятствуют поступление влаги к корням растений, что приводит к изменениям в их росте и развитии. Продукты трансформации нефти быстро меняют состав углеродистых веществ, из которых складывается почвенный гумус.

Нефтяное загрязнение почв убивает фотосинтетическую активность растительных организмов.

Нефть вызывает огромную гибель почвенной мезофауны: через три дня после загрязнения большая часть видов почвенных животных полностью исчезают или составляют не более 1% от контрольного количества. Наиболее токсичными оказываются легкие фракции нефти.

Многолетние исследования показали то, что загрязнения почвы нефтью, повреждает аэрации и обеспеченности микроорганизмов доступными элементами питания и снижают ферментативную активность почвы на длительное время.

Загрязнение почвы нефтью в количестве 3,0 л/м² уже существенно влияет на микробиохимические процессы: вызывает активное развитие микроорганизмов основных эколого-трофических групп, ингибирует активность окислительно - восстановительных процессов, изменяет азотный режим почвы.

Установлено, что загрязнение земель нефтью приводит к изменению содержания почвенного раствора, снижению емкости поглощения и общего

количества гуминовых и фульвокислот в составе гумуса, увеличению общего содержания углерода и содержания нерастворимого остатка.

Загрязнения почв подразделяется на поверхностное, подповерхностное (глубина проникновения загрязнителя 5-30 см), глубинное (загрязнения 30 см -1 м) и загрязнения нижних слоев почвы (проникновение загрязнителя до уровня грунтовых вод 1-5 м и более). [11]

В почвах нефтепродукты состоят в следующих формах:

- в пористой среде – в парообразном и жидком легкоподвижном состоянии, в свободной или растворенной водной или водно-эмульсионной фазе;
- в пористой среде, а так же трещинах – в свободном неподвижном состоянии, играя роль вязкого или твердого цемента между частицами и агрегатами почвы, в сорбированном состоянии на частицах горной породы или почвы, в том числе – гумусовой составляющей почв;
- в поверхностном слое почвы или грунта в виде плотной органоминеральной массы.

1.1.1 Механические повреждения почвы и грунта

Механическое нарушение почв, встречается во всех областях нефти и газа, это связано со строительными и рекультивационными (снятие плодородного слоя, засыпка траншей, планировка амбаров) работами. Эта разновидность техногенного влияния на почвы свойственна промышленному освоению природной среды вообще и не является специфической для нефтегазового комплекса. Масштабы нарушений почвы, в результате механического воздействием, происходят, либо, от размера и назначения возводимых сооружений или от ранимости природной среды в разных биогеоценозах.

Снятие плодородных горизонтов грунта содержит несколько основных следствий. Во-первых, полностью изменяются почвенные свойства

					Литературный обзор	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(физические, химические, биологическая активность). Во-вторых, развиваются несвойственные уничтоженному почвенному покрову гипергенные процессы (водная и ветровая эрозия, заболачивание, деградация болот) либо интенсивность этих процессов возрастает.

При механическом разрушении почвы, происходит уничтожение гумусоаккумулятивных горизонтов, определяющих новое плодородие, перемешивание материала различных горизонтов, выполненных в ненарушенном ландшафте самостоятельную экологическую функцию, внедрение подстилающих пород с не нужными физическими свойствами и низким потенциальным плодородием.

В результате исследований в местах подземного хранилища газа известно, что на этом участке почвенный слой характеризуется пониженным составом гумуса, азота, меньшей суммой обменных оснований по сравнению с аналогичными показателями фоновых почв.

1.1.2 Химическое нарушение почв

Основные типы химического загрязнения почв на объектах нефтегазовой отрасли следующие:

- на нефтегазодобывающих предприятиях: возникновение газовых и нефтяных фонтанов, самовозгорание газа, сброс подземных высокоминерализованных вод, выброс загрязненных сточных вод на рельеф, разлив буровой жидкости, уничтожение амбаров, разлив метанола, поступающего от установки регенерации, складирование шламообразных отходов, диффузная миграция газа, излив пластовой смеси, выброс продуктов сгорания топлива;

- на нефтяных и газотранспортных отраслях разлив углеводородного конденсата, ингибиторов коррозии, газопроводов, разлив турбинного топлива, метанола, органических кислот, поверхностно-активных веществ

(ПАВ), смазочных компрессорных масел;

– на нефтяных и газовых предприятиях: утечки конденсата и смазочных масел, а также химреагентов (метанола, диэтиленгликоля, диэтаноламина).

Основными загрязнителями почв в нефтяных отраслях являются:

- жидкости (нефтяные углеводороды, минерализованные пластовые воды, химреагенты, буровые растворы);
- газы (попутный и природный газ и продукты его сгорания);
- твердые вещества (шламы, серная пыль в районах предприятия переработки сернистого углеводородного сырья).

Химическое загрязнение почвы неблагоприятно влияет на ее физические, химические, биологические свойства.

1.2 Способы очистки нефтезагрязнённой почвы

В настоящее время имеется выбор различных методов по снижению и предотвращению нефтяных загрязнений почв.

Выбор определенного метода происходит от следующих факторов: уровень загрязнения, состав нефти, продолжительность загрязнения, свойства почвы, ландшафтные и климатические условия. Как правило, используется системный подход в решении данных вопросов.

Суть восстановления загрязненных почв – максимальная мобилизация внутренних ресурсов экосистемы на восстановление своих первоначальных функций. Самовосстановление и рекультивация содержит неразрывный биогеохимический процесс.

Естественное самоочищение природных земель от нефтяного загрязнения - длительный процесс, где долгое время сохраняется пониженный температурный режим. В связи с этим, применение способов очистки почвы от загрязнения углеводородами нефти – одна из важных задач при решении проблемы снижения антропогенного воздействия на

					Литературный обзор	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

окружающую среду. Рекультивация земель – это состав мероприятий, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных и загрязненных земель. Задача рекультивации – уменьшить содержание нефтепродуктов и находящихся с ними других токсичных веществ до безопасного уровня, восстановить продуктивность земель, утерянную в результате загрязнения [8].

В настоящее время применяют ряд методов ликвидации нефтяных загрязнений почвы, такие как физико-химические, биологические, химические и механические методы.

1.2.1 Механические методы

Механический процесс очистки несет за собой перемешивание и физическое разделение. В связи с наивысшей проблемой охраны окружающей среды и дефицитом энергоемкого сырья наиболее перспективным направлением переработки и утилизации амбарных нефтешламов является извлечение из них нефти, воды и твердых остатков с последующим использованием в системе повышения пластового давления, а твердых остатков в химической или дорожно-строительной промышленности в качестве сырья. В настоящее время имеется тенденция по раздельной переработке и утилизации эмульсионных нефтешламов. Нефтешламы и твердые отходы НПЗ проходят соответствующую обработку, а затем утилизируются. Эмульсионные нефтешламы предварительно деэмульгируются на различных аппаратах. Процесс извлечения полезных веществ затрудняется, если в составе нефтешламов имеются плотные и нелетучие асфальтены. При обычной технологии переработки с помощью механических средств углеводороды уничтожаются не полностью, остаются значительные количества эмульгированной нефти, содержащей воду и твердые частицы.

К механическим методам относятся такие первичные мероприятия при нефтяных разливах, как обваловка загрязнения, откачка нефти в емкости.

					Литературный обзор	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данный метод требует существование специальной техники и резервуаров и не решает проблему очистки почвы при просачивании нефти в грунт. Также к этой группе методов можно отнести и замену почвы, т. е. вывоз почвы на свалку для естественного разложения в количестве 1-2% от общего количества сдаваемых отходов. Срок утилизации 3-5 лет. При угрозе прорыва нефти в водные источники как экстренная мера применяется сжигание. В зависимости от вида нефти и нефтепродуктов таким способом уничтожается до 2/3 разлива, остальная часть просачивается в почву.

1.2.2 Физико-химические методы

К физико-химическим методам очистки грунтов относятся:

- обработка их в устройствах различного типа подогретыми водными растворами в присутствии поверхностно-активных веществ или других химических реагентов;
- экстракция нефтепродуктов из почв различными растворителями, в том числе вакуумная экстракция, к их числу можно отнести также известкование загрязненных нефтью грунтов – обработку грунта негашеной известью в количестве 0,5-5% от массы разлитого нефтепродукта, в результате чего образуется твердый продукт, прочно удерживающий нефтепродукты в виде комплексных соединений.

Сжигание - самый быстрый, а так же дешевый способ борьбы с разливами нефти и нефтепродуктов.

Промывка (дренирование) почвы - метод промывания почвы от нефтяных продуктов на месте с помощью дренажных систем, может применяться в сочетании с микробиологическими методами. Среди многих способов производственной очистки грунтов важную роль следует отвести электрохимическому способу. Его принцип основан в использовании поля постоянного электрического тока и предполагает применение соответствующих устройств, для очистки почвы от нефтяных продуктов.

					Литературный обзор	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В ситуации нефтяного разлива легковоспламеняющихся продуктов в жилых кварталах, цехах, на автомагистралях, где взрыв и его последствия могут оказаться опаснее загрязнения почвы, разлив изолируется противопожарными пенами сверху или засыпается сорбентами.

1.2.3 Химические методы

Экстракция с помощью растворителей. Методы очистки нефтесодержащих отходов заключаются в добавлении специальных химических реагентов. Растворители должны полно и совершенно просто регенерироваться с небольшими энергозатратами. Экстракционные методы выделения ароматических углеводородов основаны на избирательной растворимости их в полярных растворителях. В зависимости от вида реагента с загрязнением могут происходить следующие процессы: осаждение, замещение, окисление-восстановление, комплексообразование.

Химические способы более результативные, однако, внесение химических веществ-деструкторов нефти не всегда безвредно для естественных почвенных биогеоценозов.

1.2.4 Биологические методы

Биологический метод очистки грунта, заключается в направленной активизации почвенной микрофлоры, внесении микробных препаратов, разлагающих нефть, а также фиторемедиации — уменьшению загрязнения почвы, основанного на стимуляции естественного почвенного сообщества нефтеокисляющих микроорганизмов в результате их тесного взаимодействия с толерантными к нефти растениями.

Фиторемедиация позволяет активно уничтожать большие территории с относительно низкой, по сравнению с другими технологиями, стоимостью работ при слабом негативном воздействии на окружающую среду. Время

					Литературный обзор	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

восстановления земель ограничивается в 3-4 раза.

Биопрепараты стимулируют местный грунтовый и почвенный биоценоз и создают приятные условия для перехода нефтяных углеводородов в трудноокисляемое состояние. Образуются органические соединения гумусоподобного характера, положительно влияющие на почвенное плодородие.

Разложение нефти в земле обусловлено не только непосредственным действием живых микроорганизмов, входящих в состав биопрепаратов, но и способностью последних влиять на аборигенное микробное сообщество почвы, повышая его способность утилизировать нефть.

В настоящее время действуют три основных направления биологической очистки почв: биообработка твердой фазы, заключающаяся в обеспечении оптимальных условий для развития собственной почвенной микрофлоры, биообработка в реакторах, предусматривающих обработку почвы в виде пульпы в биореакторе, в котором обеспечивается за счет перемешивания контакт микроорганизмов с водо-нерастворимыми загрязнителями и создаются условия для осуществления процесса микробной дегradации и биообработка основанная на внесении в почву микроорганизмов - деструкторов загрязнений [14].

					Литературный обзор	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 – Классификация технологий, используемых для ликвидации загрязнения почв и грунта

Методы	Способы ликвидации	Особенности применения	Достоинства	Недостатки
Механические	Обвалка загрязнения, откачка нефти в ёмкости	Первичные мероприятия при больших разливах с данной техники и резервуаров (проблема очистки почвы при проникновении нефти в грунт не решается)	Универсальность, простота в эксплуатации	Малоэффективны и не обеспечивают нужной степени очистки почв от нефтезагрязнений, их использование применяется только для свежих загрязнений; Утилизация нефти проходит в поверхностном слое почвы, при этом в местах прокалывания уничтожаются биоцинозы;
	Замена почвы	Вывоз почвы на территории промышленных отходов для естественного разложения нефти и нефтепродуктов		
	Механическое разделение	Процесс механического разделения уменьшает объем загрязнения за счет селективно удаленной порции, содержащей загрязняющие вещества. Используют технические приемы, имеющие гравитационное или циклонное разделение ситовое, сетчатое и магнитное		
Физико-химические	Био-вентиляция	Сущность заключается таким образом, что в загрязненную зону через специальные вертикальные или горизонтальные скважины нагнетается воздух в количестве, достаточном для снабжения кислородом почвенных бактерий, разлагающих органические соединения до CO ₂ и воды. Под действием потока воздуха жидкие загрязнения вместе с потоком воздуха транспортируются через почву. К моменту достижения поверхности, большая часть загрязнений успевает разложиться из-за бактерий. Тем самым значительно уменьшается загрязненность отходящих газов и снижаются затраты на его очистку.		Применяемые физико-химические способов восстановления почв, иногда сами наносят больший экологический вред природе, чем нефтяное загрязнение.

Продолжение таблицы 1

	Очистка ультразвуком	Эффективен для очистки почв от нефтепродуктов ультразвук. Начиная с критического значения звукового давления акустических волн, в жидкости возникает кавитация. При схлопывании кавитационных полостей образующиеся микроструи с линейными скоростями 300-800 м/с срывают с поверхности твердых частиц нефтяные загрязнения. Эффективность очистки может превышать 99,5–99,8%. При кавитационных разрывах жидкости происходит ионизация и активация молекул, стимулирующие окисление и полимеризацию углеводородных молекул.		При таких методах очистки почв может происходить необратимое уничтожение плодородного слоя сельскохозяйственных угодий, загрязнение дополнительных поверхностей почв при вывозе и складировании нефтезагрязнённого слоя.
	Сорбционный	Процесс поглощения твердым телом или жидкостью вещества из окружающей среды. Поглощающее тело называется сорбентом, поглощаемое им вещество — сорбатом. Применение биосорбентов основано на введении препарата в почву. Биосорбент, внесенный в грунт остается там и после очистки, что не противоречит природному происхождению всех его компонентов.		

Продолжение таблицы 1

	Электрохимический	Методом очистки грунта, не нуждается выемки, является электрохимическая обработка. При электрохимическом методе в загрязненную почву погружаются электроды, к которым подводится постоянный электрический ток. Метод заключается в том, что большинство почв содержит в порах между частицами то или иное количество водных растворов солей и поэтому обладает электропроводностью. Многие загрязняющие вещества исчезают в почвенной воде и под воздействием электрического поля, перемещаются в направлении к электродам, осаждаются на них.		
	Сжигание	Экстренная мера при намеренные попадании нефти в водные источники. В зависимости от вида нефти и нефтепродукта уничтожается от 50 до 70% разлива, остальная часть просачивается в почву.		
	Дренажирование почвы	Разновидность промывки почвы с помощью дренажных систем; может сочетаться с использованием нефтеразлагающих бактерий.		

Продолжение таблицы 1

Химические	Экстракция растворителем	Загрязненная почва и химических растворителей смешиваются в реакторе, в котором загрязненные вещества переходят в растворитель.	Разрушение хлорированной органики и нефти, фиксация тяжелых металлов.	Необходимы специальные емкости, приборы для промывки почвы; Внесение химических веществ-бактерий нефти не всегда безвредно для естественных почвенных биогеоценозов.
	Промывка почвы	Технологии химической очистки грунта это использование растворов поверхностно-активных веществ или сильные окислители (активный кислород и хлор, щелочные растворы). Эффективность при методе промывания составляет до 99%. После того как территория очищена, можно проводить ее рекультивацию.		
	Химическое восстановление-окисление	С помощью реакции восстановления-окисления, токсичные загрязняющие вещества переводят в менее токсичные соединения, более стабильные. В качестве реагентов берут озон, пероксид водорода, гипохлориды, хлор и диоксид хлора. Проведение реакций восстановления-окисления при ультрафиолетовом облучении способствует более эффективному протеканию процессов.		

Окончание таблицы 1

Биологические	Биоремедиация	<p>Применение нефтеразрушающих микроорганизмов. Происходит запашка культуры в почву, а так же подкормки растворами, ограничение по глубине обработки, температуре почвы (выше 15°C), процесс занимает 2-3 сезона.</p> <p>Биопрепараты могут применяться в виде: водных суспензий микроорганизмов; обезвоженной микробной биомассы; иммобилизованных на твердом носителе клеток микроорганизмов.</p>	<p>Использование природных углеводородутилизующих бактерий;</p> <p>Экологическая чистота и безопасность;</p> <p>минимальное нарушение физического и химического состава очищаемых объектов;</p> <p>дешевый и не трудоемкий;</p> <p>эффективность высока при низких концентрациях нефтепродуктов</p>	<p>Необходима запашка культуры на нужную глубину в почву;</p> <p>Сложность поддержания популяции микробов и сохранения их активности.</p>
	Фитоэкстракция	<p>Технология очистки засоренных нежелательными веществами почв методом фитоэкстракции — это выращивание определенных видов растений на загрязненных участках грунта.</p>		
	Фиторемедиация	<p>Целенаправленное усиление активности особой микрофлоры почвы, которая занимается разложением нефти. Также, допустимо добавление некоторых микробных культур в почву.</p> <p>В результате создаются хорошие условия для микроорганизмов, с помощью которых осуществляют утилизацию нефтепродуктов и нефти.</p>		

Основным недостатком механических, химических и физико-химических методов ликвидации нефтяного загрязнения почв с биологической точки зрения является либо подавление, либо полное уничтожение биотического потенциала почвенной экосистемы.

Таким образом, наиболее надежным в данное время способ для утилизации нефтезагрязненных почв и грунтов, является биологический метод, основан в использовании групп микроорганизмов, отличающихся высокой способностью к разложению компонентов нефти и нефтепродуктов.

Умение уничтожать трудные вещества антропогенного происхождения (ксенобиотики) у многих организмов. Данное свойство обеспечивается тем, что присутствие у организмов специфических ферментных систем, осуществляющих катаболизм таких соединений. Потому что микроорганизмы имеют очень большой способ разрушения ксенобиотиков, проявляют сущность к быстрой метаболической перестройке и обмену генетическим материалом, им придается огромное значение при разработке путей биоремедиации загрязненных объектов.

1.3 Сорбционная очистка почвы от нефтезагрязнений

Сорбенты нефтепродуктов – это вещества, предназначенные для размещения, сбора и уничтожения загрязнений, в результате разлива нефти вследствие нештатных ситуаций. Нефтяные сорбенты делятся на два вида: связывающие и абсорбирующие продукты.

Связывающие сорбенты образуют вязковатую, клейкую массу, сложны в утилизации и огнеопасны.

Абсорбирующие собирают загрязнитель, запирают их внутри себя и не выделяют обратно.

По способу действия сорбенты для сбора нефтепродуктов делятся:

– биологические (бактерии) - взаимодействуют только с определёнными загрязнителями. Процесс достаточно долгий, очистка не

					Литературный обзор	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

идеальная, её последствия плохо изучены;

– минеральные – достаточно тяжёлые, трудно перевозить, а так же в применение, сложны в утилизации, так как впитанный загрязнитель может вытекать обратно. Минеральные сорбенты не дорогие, но их применение нуждается в затратах, а утилизация очень дорога;

– синтетические материалы – действуют по принципу губки. Лёгкие, но объёмные. Только ручное применение, но пятно загрязнителя на воде нужно ограждать бонами. Впитывают огромные объёмы вредных веществ и легко возвращают его обратно при невысоком давлении. Декларируемое многократное использование в практике низко осуществимо в связи с высоким загрязнением техники и низкой возможностью впитывания. Очень сложно и затратно утилизируются, плохо хранятся после применения, так как загрязняют площади и совсем не разлагаются. Высокая опасность возгорания.

Сорбция — это наиболее эффективный метод глубокой очистки. Сорбционные очистки могут использоваться самостоятельно, а также совместно с микроорганизмами, как метод предварительной и глубокой очистки. Плюсы такого способа являются возможность поглощения веществ и высокая степень очистки.

Сорбция - это процесс поглощение одного вещества из окружающей среды другим веществом, твердым телом или жидкостью. Поглощающее тело называется сорбентом, а поглощаемое - сорбатом. Различают адсорбцию, абсорбцию, хемосорбцию и капиллярную конденсацию. Поглощение вещества всей массой жидкого сорбента называется абсорбция, а поверхностным слоем твердого или жидкого сорбента - адсорбция. Сорбция, происходит с химическим действием сорбента с поглощаемым веществом, называется хемосорбцией.

Процессы сорбции обладают избирательностью, потому что каждый сорбент может поглощать не все вещества или не поглощать вовсе и незначительно поглощать другие вещества.

					Литературный обзор	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сорбционные методы являются самым удобным для глубокой очистки грунта от растворенных органических веществ. Сорбционная очистка может использоваться самостоятельно или совместно с другими методами предварительной и глубокой очистки почв и грунта. Преимуществами этих методов являются возможность адсорбции веществ из многокомпонентных смесей и высокая эффективность при малых концентрациях загрязняющих веществ почвы.

Адсорбция – является единственным методом, способствующий очищать грунт от нефтепродуктов до требуемого уровня без внесения каких-либо вторичных загрязнителей.

Это процесс, происходящий на границе раздела фаз. Он затрагивает только верхние слои, взаимодействующих фаз, и не распространяется на глубинные слои этих фаз.

Адсорбцией называют явление накопления одного вещества на поверхности другого. В общем случае, адсорбцией называют изменение концентрации вещества на границе раздела фаз. Она происходит на различных межфазовых поверхностях и адсорбироваться могут любые вещества.

Поглощаемое вещество, ещё имеющееся в объём фазы, называют адсорбтивом, поглощённое — адсорбатом. Вещество, на поверхности где происходит адсорбция – адсорбентом.

Адсорбция представляет собой возвратимый процесс. Процесс, обратный адсорбции, это явление называется десорбцией.

Удаление адсорбированных веществ с адсорбентов с помощью растворителей имеет название элюция.

Различают молекулярную и ионную адсорбцию. Это различие происходит из-за того, что адсорбируется – молекулы или ионы вещества.

В зависимости от периода, происходящим между аварийным нефтяным разливом и началом проведения работ по его ликвидации,

осуществляется либо весь комплекс мероприятий, либо некоторые отдельные блоки. Анализ способов очистки нефтяных загрязнений почвы показывает, что качественное удаление нефтяных загрязнений не обходится без применения различных сорбентов.

На всех возможных этапах целесообразно применение нефтепоглощающих сорбентов. Разработкой нефтепоглощающих сорбентов занимаются во многих странах, но в большей степени привлекает направление с разработкой сорбентов из растительных отходов. В первую очередь такое связано с экологической безвредностью, из-за естественного происхождения, и одновременным решением проблемы утилизации отходов.

Нефтепоглощающие сорбенты представляют собой высокопористые вещества, обладающие гидрофобностью и высокими сорбционными свойствами по отношению к нефти и нефтепродуктов.

Способность поглощать загрязняющие вещества в количествах, превышающих по массе массу самого сорбента, обусловлена их развитой сорбционной поверхностью и большим поровым объемом. Сорбенты растительного происхождения определяются сорбционной поверхностью от 3-10 м²/г и временем насыщения сорбента до тридцати минут.

Качественное удаление нефтяных шламов при высоких уровнях загрязнения иногда не обходится без применения различных сорбентов. Среди возможного сырья в производстве сорбентов наиболее лучшими являются естественное органическое сырье и отходы производства растительного происхождения.

Такому сырью принадлежит торф, сапропели, отходы переработки сельскохозяйственных культур. Из данного сырья разработаны, в огромном количестве сорбенты, такие как «Сорбест», «РС», «Лессорб».

В качестве сорбентов используют природные материалы, отходы различных производств, активные угли синтетические сорбенты. Природные

					Литературный обзор	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

пористые материалы, например, торф, активные глины и производственные отходы (зола, коксовая мелочь, силикагели, алюмогели), обладают невысокой сорбционной емкостью, которая характеризуется количеством поглощаемого вещества на единицу объема или массы сорбента.

Для производства растительных сорбентов пригодны рисовая и гречишная шелуха, уже имеются разработки, а в Тунисе их производят из отходов производств оливкового масла. Выход готового сорбента с исходного сырья составляет примерно 30-50%. Если учесть, что в Казахстане имеют место сотни тысяч тонн неостребованной пшеничной и рисовой шелухи, кукурузных початков и, в этом случае есть смысл подумать о производстве собственных сорбентов.

На сегодня не имеются способы полной ликвидации нефтяного загрязнения, как с водной поверхности, так и с поверхности суши. Сорбционные способы в виде химически нейтральных материалов позволяют решать проблемы устранения нефти экологически чистыми методами. Нефтепоглощающие сорбенты могут использоваться как при очистке почвы, так и на всех этапах борьбы с нефтяными разливами.

Чаще других сорбентов применяется, гранулированный активный уголь, имеющий частицы размером более 0,10 мм на 85-99%, состоящий из углерода.

Исходным сырьем для извлечения активного угля служат любые углеродсодержащие материалы: уголь, торф, древесина. Процесс изготовления высококачественных активных углей сложен и длителен, поэтому стоимость их достаточно высока.

Это приводит к необходимости частого использования активных углей. Пористость этих углей имеет 60-70%, а удельная поверхность 400-900 м²/г.

Адсорбционные свойства активных углей зависят от структуры пор, их

					Литературный обзор	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

величины, распределения по размерам. В зависимости от значительного размера пор активные угли делятся на крупно и мелкопористые и смешанного типа.

Поры по размеру бывают трех видов: макропоры размером 0,1-2 мкм, переходные размером 0,004-0,1 мкм, микропоры размером менее 0,004 мкм. Макропоры и переходные поры играют, как правило, роль транспортирующих каналов, а сорбционная способность активных углей определяется в основном микропористой структурой. Растворенные органические вещества, с размерами частиц менее 0,001 мкм, заполняют объем микропор сорбента, полная емкость которых соответствует его поглощающей способности.

1.4 Очистка почвы от нефтезагрязнений при помощи биосорбентов

Главные приоритеты направлений в области охраны окружающей среды и природопользования является разработка и внедрение новых технологий восстановления почв методом биоремедиации, который заключается в самоочищения нефтезагрязненных территорий с участием углеводородоокисляющих микроорганизмов (бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы).

Данная технология биоремедиация имеет принцип самоочищения нефтезагрязненных территорий с участием аборигенной или привнесенной микрофлоры.

Активизация аборигенной микрофлоры направлена на создание оптимальной среды для развития определенных групп микроорганизмов, использующих нефть в качестве источника питания, за счет внесения в почву минеральных удобрений, поддержания оптимальной температуры, влажности и кислотности среды с помощью агротехнических приемов.

Внесение в почву разных биопрепаратов (водной суспензии

					Литературный обзор	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

микроорганизмов, обезвоженной микробной биомассы, биосорбентов), в состав которых заложены некоторые культуры микроорганизмов, позволяющие увеличить эффективность процесса очистки почвы от нефти и нефтепродуктов за счет увеличения численности нефтеокисляющих микроорганизмов. Перспективным направлением по очищению объектов окружающей среды от нефти с помощью микроорганизмов является использование биосорбентов [5].

Нефтяные биосорбенты – это вещество с иммобилизованными культурами микроорганизмов, обеспечивающие биологическое разложение нефти и нефтепродуктов и биоремедиацию нефтезагрязнённой почвы.

Под термином «биоремедиация» понимают применение технологий и устройств, предназначенных для биологической очистки грунта и удаления из почвы загрязнителей.

Биоремедиация имеет два основных подхода:

– биостимуляция – это активизация, разлагающий способности аборигенной микрофлоры внесением биогенных элементов, кислорода, различных субстратов;

Данный подход основан в росте природных микроорганизмов, живущих в загрязненной почве и способных утилизировать загрязнитель, но не способных делать это более эффективно из-за недостатка основных биогенных элементов (соединений азота, фосфора, калия) или неблагоприятных физико-химических условий. Исходя из лабораторных исследований с применением загрязненной почвы можно увидеть, какие компоненты и в каких количествах необходимо внести в загрязненный объект, для стимулирования роста бактерий, способных уничтожать загрязнитель [6].

– биодополнение – интродукция природных и генноинженерных штаммов-деструкторов чужеродных соединений.

Этот подход отличается тем, что биостимуляция образцов естественной

					Литературный обзор	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

микрофлоры проводится изначально в лабораторных и промышленных условиях (в биореакторах или ферментерах). В результате этого обеспечивается преимущества и избирательный рост некоторых микроорганизмов, которые могут более эффективно уничтожать загрязнитель. Активизированную микрофлору добавляют на загрязненную территорию вместе с нужными добавками, увеличивающие эффективность уничтожения загрязнителя биостимуляция в месте загрязнения.

Этот подход основан в росте микроорганизмов, обитающих в загрязненной почве, которые способны уничтожать загрязнитель, но не так эффективно из-за недостатка основных биогенных элементов (соединений азота, фосфора, калия) или плохих физико-химических условий [6].

Для биоремедиации загрязнённых территорий, главное значение имеет концентрация загрязнителя. Чем выше концентрация загрязнения, тем оно дольше будет находиться в окружающей среде. Если его концентрация больше уровня токсичности для микроорганизмов, то биodeградация замедляется или прекращается. Существует и минимальный уровень концентрации субстрата-загрязнителя, ниже его недостаточно для жизнедеятельности биодеструкторов.

Невозможность размножения микроорганизмов-деструкторов при низких концентрациях ксенобиотиков – одна из причин недеградируемых остаточных концентраций этих поллютантов.

Биодоступность органических загрязнителей определена их сродством к водной, минеральной или газовой фазам среды. Адсорбция загрязнения на территории и в твердой фазе, механическое включение в почву, низкая растворимость и связанные остатки, образующиеся в результате химических реакций, пространственно разделяют сорбированное соединение и биологический агент, уменьшают поверхность их контакта и биодоступность ксенобиотика.

Гидрофобные загрязнения сорбируются в органическом веществе

почвы. Гуминовые и особенно фульвокислоты, а также минерал монтмориллонит снижают биодоступность органических загрязнителей в почве. Ионизированные молекулы поллютантов очищаются как на органическом материале, так и на глинистых частицах почвы. В сорбцию поллютантов вовлечена так же почвенная микрофлора. При физическом связывании биодоступность субстрата зависит от скорости обмена между субстрат-содержащей частицей и ее окружением. Скорость обмена, бывает, ниже физиологических возможностей популяций потенциальных биодеструкторов.

Для эффективного роста бактерий-деструкторов необходимы биогенные элементы азот и фосфор. Дополнительное внесение этих макроэлементов требуется в системах биологической очистки сточных вод, при биоремедиации песчаных и супесчаных почв, разложении больших масс контаминантов, бедных биогенными элементами.

Для эффективных процессов биоремедиации и биоочистки температура-один из наиболее важных факторов окружающей среды.

В биокинетической зоне на границе биологически допустимых температур при повышении температуры на 10° скорость биодеструкции увеличивается приблизительно в 1,5-2 раза. Оптимальная температура для большинства микроорганизмов-биодеструкторов 30-37 °С.

Применение повышенных температур при биологической очистке - один из приемов увеличения биодоступности загрязнителя. Для этого используют термофильные микроорганизмы, разлагающие загрязнитель при температуре 60-70 °С. Процесс может протекать в результате пробивания органического материала, загрязненного ксенобиотиком, или в комбинированном методе ремедиации почвы с одновременной обдувкой загрязнений нагретым водяным паром.

Для биодеградации в грунтовых средах необходима влага. Для аэробных микробиологических процессов оптимальная влажность почвы -

					Литературный обзор	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

40-80% полной влагоемкости. Содержание воды в грунте влияет на скорость биodeградации в результате воздействия на жизнеспособность и активность почвенных микроорганизмов, структуру почвы и доступность загрязнения. При влажности от 75 до 100% (г воды на г сухой почвы) и выше возможно замедление скорости биodeградации вследствие уменьшения скорости переноса кислорода воздуха в почву и создания анаэробных условий.

Оптимальная влажность составляет 20% (г/г) или примерно 80% полной влагоемкости почвы и в значительной степени зависит от фракционного состава почвы, особенно от доли глинистой фракции.

Жизнедеятельность микроорганизмов замедляется при иссушении почвы. В ней возрастает скопление электролитов, что влияет на давление воды в порах и активность биологических процессов. Одновременно с уменьшением состава воды увеличивается поверхность контакта почва - загрязнение и уменьшается биодоступность контаминанта.

Кислотность почвы играет главную роль в разложении нефти и нефтепродуктов. Значения pH, близкие к нейтральным, являются оптимальными для роста на углеводородах большинства бактериальных микроорганизмов. В подзолистых почвах с кислой реакцией этот фактор имеет решающее значение при разложении нефти и нефтепродуктов. Поэтому, для создания pH, оптимального для их биоразложения, кислые почвы подвергаются известкованию.

Биопрепараты могут применяться как в: водных суспензий микроорганизмов; обезвоженной микробной биомассы; иммобилизованных на твердом носителе клеток микроорганизмов.

На основании выше сказанного, в настоящее время большой интерес представляет использование технологии биоремедиации нефтезагрязненных почв с помощью иммобилизованных на поверхности носителя микроорганизмов [4].

					Литературный обзор	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.5 Применяемые биосорбенты

В настоящее время в России разработано значительное количество биосорбентов.

Наиболее широко применяются следующие марки биосорбентов таблица 3, отличительной особенностью которых является основа продукта.

Таблица 3- Виды биосорбентов

Название	Основа
Унисорб-Био	Карбамид
Spill Sorb	Торф, мох
С-Верад	Минерал
СТРГ	Графит

Представленные сорбенты чрезвычайно эффективны для решения вопросов по утилизации аварийных разливов нефтепродуктов.

В таблице 4 приведены сравнительные характеристики биосорбентов наиболее известных в РФ марок. Главными критериями, которые позволили определить лидерские позиции стали: сорбционная ёмкость, рабочая температура, степень очистки, скорость поглощения и способность к биоразложению.

Таким образом, при приблизительно одинаковых значениях степени очистки, представленные сорбенты отличаются по таким показателям, как рабочая температура, скорость поглощения и способность к биоразложению.

Исходя из данных таблицы 4, можно увидеть, что наибольшую сорбционную емкость проявляют сорбенты Унисорб-Био и СТРГ (30-60 г/г). Однако, сорбент СТРГ не способен к биодegradации (нет сведений).

При применении сорбента «Унисорб-Био» для ликвидаций последствий разлива нефти на почву, исчезает необходимость в его сборе с поверхности, извлечении, переработки и утилизации загрязненного грунта, задействуя при этом значительное количество техники, материальных ресурсов, что в результате позволяет снизить экономические издержки.

Данный сорбент содержит в своем составе, нефтеокисляющие

микроорганизмы, а материал сорбент способен биологически разлагаться в почве, при этом имея высокую сорбционную емкость и степень очистки.

					Литературный обзор	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4- Сравнение эффективности сорбентов

Характеристика	Сорбент серии «Унисорб- Био»	Сорбент серии «SpillSorb»	Сорбент серии «С-Верад»	Сорбент серии «СТРГ»
Основа	Карбамид	Торфяной сфагновый мох с 10% влажностью	Минерал с модифи- цированной углеродом гидрофобизированной поверхностью с внедренными бактериями	Графит
Внешний вид	Белая крошка (хлопья)	Сыпучий материал светло-коричневого цвет	Серебристо-желтые гранулы имеют микро- пористую, мезопористую и слоистую чешуйчатую макропористую структуру	Сыпучий продукт матового серо-черного цвета
Сорбционная емкость (поглощающая способность) кг/кг	30-60	4-8	Не менее 8кг нефти на 1 кг сорбента	Поглощает 50 кг нефтепродуктов на 1 кг собственного веса
Способность к биоразложению	Биоразлагается, содержит в своем составе нефтеоки- сляющие микроорганизмы	Естественная способность к биоразложению	Полная биodeградация	-
Время разложения сорбента	-	(не менее 110 суток).	не менее 90 суток	-
Расход из расчета на 1 тонну нефти в кг	200	1000	200	26
Рабочая температура	-25... +250 (для чистого сорбента) +5...+60 (для сорбента с микрофлорой)	+4... +35	-15...+50	-25...+300 (для чистого сорбента)
Скорость поглощения (мин)	30	30	30	5
Степень очистки,%	98-99,5	99,5	96-98	99,5

1.6 Технологические особенности процесса биоремедиации

Применяемые в биоремедиации почв методы можно разделить на *In situ* и *Ex situ*. В свою очередь метод *Ex situ* подразделяются на методы *On site* и *Off site* рисунок 1.

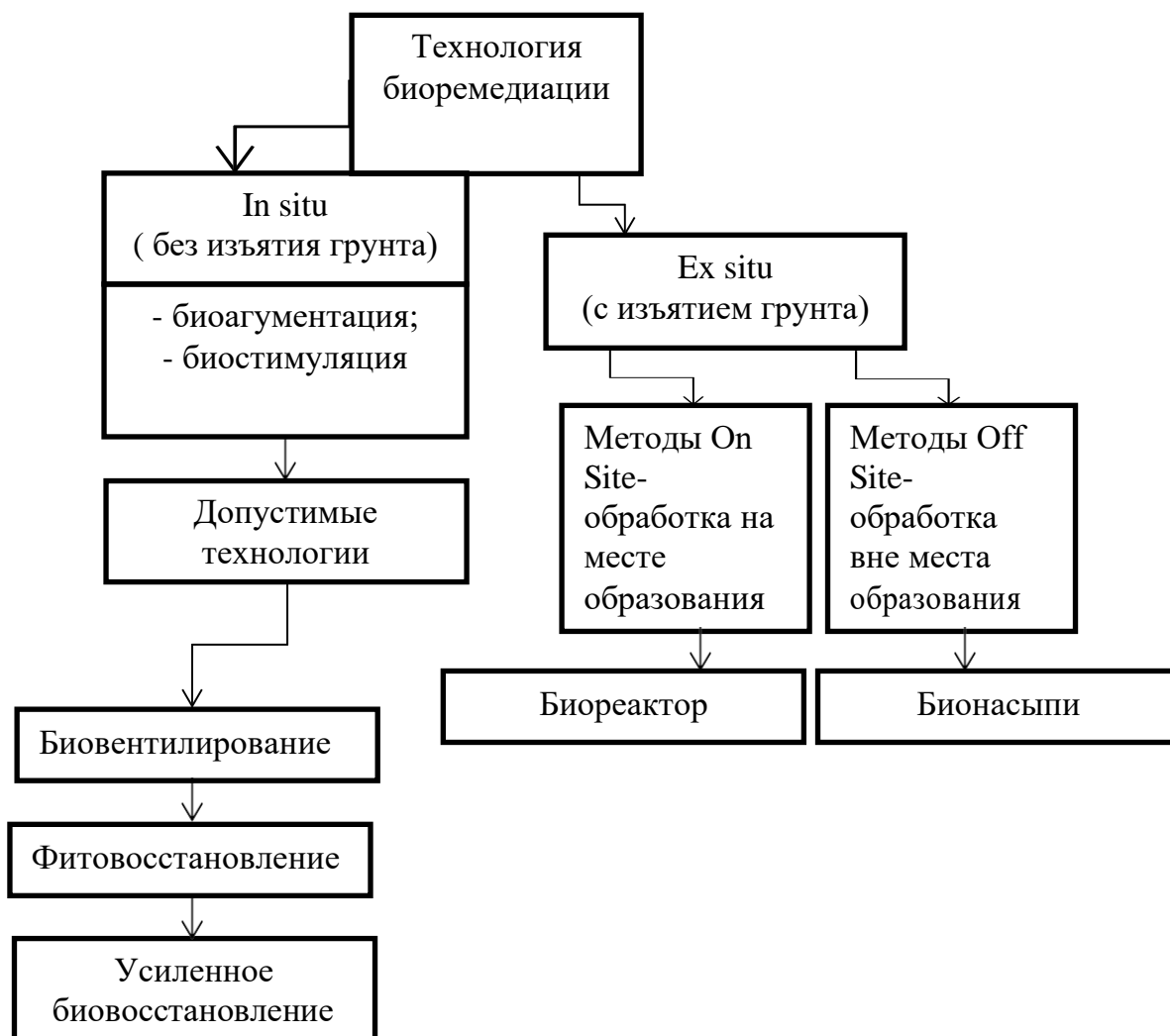


Рисунок 1- Классификация методов биоремедиации нефтезагрязнённых почв

По способу применения данной технологии обработки участка *in situ*, заключается в том, что загрязненный участок обрабатывается на месте (отсутствует выкапывание загрязненной земли экскаватором).

Биологические методы очистки грунта *in situ* определяются одними из распространенных недорогостоящие при их осуществлении, в основе этого лежит процесс разрешения органических загрязнений в почве

микроорганизма. Выделяют биоаугментацию и биостимуляцию.

Биоаугментация заключается в переработки культурами нефтеокисляющих микроорганизмов совместно с внесением комплекса минеральных удобрений [13].

Биостимуляция представляет собой совокупность агротехнических мероприятий (вспашка почвенной поверхности для улучшения аэрации, добавление структураторов, минеральных веществ), которые проводят стимуляции для аборигенной почвенной микрофлоры.

Метод *ex situ*, эту обработку выкопанной загрязненной земли производят на специальном оборудовании. При этом имеются несколько видов обработки: *on site* (выкапывание загрязненной земли, далее обработка проводится на той же территории) и путем применения мобильных биореакторов.

Мобильные биореакторы доставляются на место нефтяного разлива, где в короткий период времени за счет интенсификации процессов очистки в биореакторе, происходит восстановление нарушенных земель и их возврат в окружающую среду при достижении нормативных значений.

Метод *off site* заключается в изъятии и обработки почвы вне места ее образования (выкопанная загрязненная почва транспортируется на специальный участок для очистки или для захоронения).

Данный метод используется путем стационарных и промышленных биореакторов, а также путем создания специализированных технологических площадок биоремедиации [13].

Доступными технологиями биологической очистки *in situ* являются биовентилирование (Ступин, 2009), усиленное биовосстановление и фитовосстановление (Дабаева, 2009).

К методам биологической обработки почв *ex situ* относятся – восстановление извлеченной загрязненной почвы, распределенной по поверхности земельного участка в виде слоя; технология бионасыпи и

					Литературный обзор	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обработка загрязненной почвы в биореакторах [11].

Перед проведением процесса биоремедиации *ex situ* используется специальная рабочая площадка, на которой будут производиться работы. Принципиальная технологическая схема биоремедиации почв загрязненных нефтью (*ex situ*) приведена на рисунке 2.

Она должна быть выровнена и на поверхность ее выкладывается изолирующий слой, который равномерно разравнивают, который равномерно разравнивают.

Нефтезагрязнённую почву доставляют, далее распределяют по площади рабочей зоны равномерно, поверхность должна быть такая, чтобы толщина слоя без учета изолирующего слоя составляла не более 20 см.

Перед началом работ нужно произвести отбор проб почвы с площадки (рабочей зоны) и провести химический и микробиологический анализы проб в независимой специализированной лаборатории.

					Литературный обзор	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 2 - Технологическая схема процесса биоремедиации ex situ

До внесения удобрений, грунт или почву разрыхляют для улучшения физического режима влагоемкости и аэрации. Нормы внесения минеральных удобрений рассчитывают исходя из общепринятой в сельскохозяйственной практике нормы действующего вещества по азоту, фосфору и калию на 1 га, а расчет производится в соответствии с характеристикой по ГОСТу использованного удобрения.

Далее проводится перемешивание, а также рыхление почвы. После рыхления осуществляется добавление культуры микробов-деструкторов нефти. Обработка участков микроорганизмами – деструкторами нефти производится с помощью поливочных машин.

После каждой обработки грунта микроорганизмами – деструкторами нефти отбираются пробы, и проводится химический и микробиологический анализы проб в независимой специализированной лаборатории.

Рабочая площадка может использоваться не один раз, при этом уже очищенный грунт нужно собрать и вывезти за пределы площадки и использовать.[Изучение процесса биокомпостирования нефтезагрязненных

грунтов на модельных средах / Э.А. Крамм, Н.А. Кустова, А.Ю. Заборская// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2011. - №2. - С. 39.]

Основными оборудованиями для технологии биоремедиации *ex situ* являются: трактор, культиватор, поливная машина, смеситель, биореактор.

1.7 Существующие установки для очистки нефтезагрязнённого грунта

Обзор существующих технологических установок для очистки нефтезагрязнённого грунта представлен в Приложении А.

В результате патентного исследования установлено, что среди российских изобретений за последние 10 лет можно выделить устройства, близкие к разработанному устройству.

Общими тенденциями развития объекта исследования являются:

- применение биореакторов в которых происходит процесс переработки нефтепродуктов в результате жизнедеятельности нефтеокисляющих микроорганизмов;
- стремление к созданию мобильных или быстровозводимых комплексов для очистки нефтезагрязнённых грунтов, в непосредственной близости от мест разливов.

При этом существующие оборудования отличаются сложностью в использовании с высокими капитальными затратами, а так же отсутствием маневренности.

1.8 Заключение к литературному обзору

В процессах разведки, добычи, транспортировки, хранения и переработки нефти и нефтепродуктов происходит их попадание в окружающую среду вследствие технологических потерь и аварийных

					Литературный обзор	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ситуаций, что приводит к деградации природных экосистем, прежде всего почвенных. Для очистки нефтезагрязненных грунтов или почв применяются разные технологии, отличающиеся по способу деструкции нефтепродуктов (механические, физико-химические, биологические), аппаратурному оформлению, длительности процесса, достигаемой эффективности, экономическим затратам. Перспективным направлением по очистке территории от нефти с помощью микроорганизмов является использование биосорбентов.

В настоящее время успешно развиваются технологии биоремедиации нефтезагрязнённых территорий. Перспективным направлением по очистке объектов окружающей среды от нефти с помощью микроорганизмов, которые способны наиболее эффективно утилизировать данный загрязнитель или путем внесения различных биопрепаратов. При этом наиболее перспективно использовать биопрепараты, иммобилизованные в порах сорбирующих материалов. Использование сорбентов в качестве основы для микрофлоры позволит одновременно обеспечивать равномерное распределение микроорганизмов и контактирование с нефтяным загрязнением.

Таким образом, актуальной задачей является разработка новой высокоэффективной технологии очистки почв и грунтов от загрязнений нефтью и нефтепродуктами на основе процесса биосорбционных препаратов. При этом возникает необходимость создания автономных мобильных технологических комплексов, позволяющих осуществлять выработку загрязнённого грунта, его обработку биосорбентом на месте и выгрузку обработанного грунта обратно на территорию.

					Литературный обзор	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Техническое задание

1) Назначение

Разрабатываемая технологическая установка предназначена для очистки нефтезагрязнённых грунтов методом биоремедиации с применением биосорбентов и нефтеокисляющей микрофлоры.

2) Область применения

В местах разлива нефти и нефтепродуктов в том числе:

- ж/д магистрали;
- на нефтеперерабатывающих предприятиях;
- на нефтеперекачивающих станциях;
- при добыче;
- при хранении.

3) Технические характеристики

- Производительность: 1000 кг нефтезагрязненного грунта за один цикл обработки.
- Продолжительность одного цикла обработки в среднем 1 час.
- Максимальная глубина проникновения нефти 40 см.
- Применяемый сорбент: Унисорб-Био (сорбент на основе карбамида), данный сорбент характеризуется пористой структурой, уникальными сорбционными свойствами, что позволяет собирать за короткое время значительное количество нефти и нефтепродуктов.

					Технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Колупаев К.Е.			Расчетная часть	Лит.	Лист
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					51
Консульт.							110
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б7Б	
		А.В. В.					

4) Требования к конструкции и комплектации

- Эффективность использования
- Надежность
- Экономичность
- Мобильность

2.2 Разработка технологической схемы

Разрабатываемый технологический комплекс предназначен для очистки нефтезагрязненного грунта. Рекультивация (биоремедиация) загрязненных нефтью земель проводится последовательно в несколько этапов рисунок 3.

Вначале производится выемка грунта и его загрузка в перемешивающее устройство, в качестве которого можно использовать, например смеситель барабанного типа. Предварительно, при необходимости, осуществляется рыхление уплотненного грунта, при помощи специального разрыхлителя. В смеситель, при помощи специального дозирующего устройства, подают в требуемом количестве биосорбента. Дополнительно в смеситель подается биологически активная субстанция в виде водной суспензии нефтеокисляющих бактерий. Затем производится интенсивное перемешивание с образованием однородной смеси нефтезагрязнённого грунта с биосорбентом и биосуспензией. Полученная смесь выгружается обратно на место выемки, где и происходит биологическая деструкция углеводородов нефти. При этом одновременно происходит полное разложение биосорбента, что исключает необходимость дальнейшей обработки.

					Расчетная часть	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

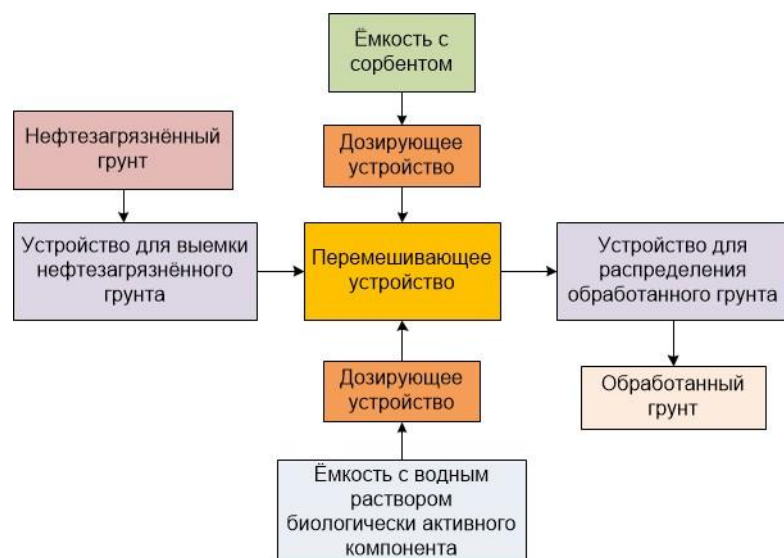


Рисунок 3 - Технологическая схема установки для очистки нефтезагрязненных грунтов

2.3 Расчёт основных параметров установки

В ходе выполнения работы были определены основные геометрические параметры установки на основании расчета материального баланса. Вычисления были выполнены с применением программного пакета Mathcad.

Расчет материального баланса:

$M_{\text{НГ}} := 1000 \text{ кг}$ Масса загрузки нефтезагрязненного грунта

$\rho_{\text{Г}} := 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ Средняя плотность чистого грунта

$C_{\text{Н}} := 30 \%$ Концентрация нефти

$\rho_{\text{Н}} := 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ Плотность нефти

$\rho_{\text{С}} := 20 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ Плотность сорбента

$$Y_c := 30 \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \quad \text{Нефтеемкость сорбента}$$

$$Y_w := 0.2 \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \quad \text{Удельное содержание воды на кг грунта}$$

Расчитываем массу чистого грунта:

$$M_{\Gamma} := \left(1 - \frac{C_H}{100} \right) \cdot M_{\text{НГ}} = 700 \text{ кг}$$

Расчитываем массу нефти:

$$M_H := \frac{C_H}{100} \cdot M_{\text{НГ}} = 300 \text{ кг}$$

Находим массу загрузки:

$$M_z := M_{\Gamma} + M_H = 1000 \text{ кг}$$

Объем загрузки нефтезагрязненного грунта:

$$V_{\text{НГ}} := \frac{M_H}{\rho_H} + \frac{M_{\Gamma}}{\rho_{\Gamma}} = 0.593 \text{ м}^3$$

Расчитаем массу сорбента необходимого для обработки:

$$M_c := \frac{M_H}{Y_c} = 10 \text{ кг}$$

Объем сорбента на одну загрузку:

$$V_c := M_c \cdot \frac{1}{\rho_c} = 0.5 \text{ м}^3$$

Суммарный объем загрузки барабана:

$$V_z := V_{\text{НГ}} + V_c = 1.093 \text{ м}^3$$

Расчитаем объем сорбента на две загрузки:

$$V_{c2} := V_c \cdot 2 = 1 \text{ м}^3$$

Исходя из того, что оптимальная влажность грунта для обработки составляет 60%, а исходная влажность грунта не превышает 40 %, определим требуемое количество воды, которое необходимо добавить.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Масса воды на одну загрузку:

$$M_B := M_3 \cdot Y_W = 200 \text{ кг}$$

Тогда суммарная масса загрузки барабана:

$$M_S := M_3 + M_B + M_C = 1210 \text{ кг}$$

Глубина выемки грунта, соответствует максимальной глубине проникновения нефти:

$$h_g := 0.4 \text{ м}$$

Тогда площадь обрабатываемой поверхности, соответствующие одной загрузке:

$$F_1 := \frac{V_{\text{нг}}}{h_g} = 1.481 \text{ м}^2$$

Среднее время обработки:

$$t := 1 \text{ ч}$$

Время работы установки в сутки:

$$t_s := 16 \text{ ч}$$

Выработка за сутки:

$$B_s := \frac{F_1}{t} \cdot t_s = 23.704 \text{ м}^2$$

					Расчетная часть	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таким образом были определены следующие параметры, представленные в таблице 5.

Таблица 5- Параметры установки

Наименование	Значение
Масса загрузки нефтезагрязнённого грунта	1000 кг
Нефтеёмкость сорбента	30 кг/кг
Средний объем загрузки нефтезагрязненного грунта	593 л (0,593 м ³)
Суммарный объем загрузки барабана	1293 л
Масса сорбента на одну загрузку	10 кг
Объем сорбента на одну загрузку	500 л (0.5 м ³)
Объем сорбента на две загрузки	1000 л (1 м ³)
Габариты емкости для сорбента (ДхШхВ)	2270 мм × 700 мм × 700мм
Площадь обрабатываемой поверхности, соответствующее одной загрузке	1.5 м ²
Режим работы	Двухсменный по 8ч
Выработка за сутки	23.7 м ²

2.4 Разработка конструкции установки

В соответствии с техническим заданием, для реализации данной технологии разработана конструкция мобильного технологического комплекса, обеспечивающего выполнение следующих операций: выемка нефтезагрязнённого грунта на необходимую глубину; загрузка грунта, биосорбента и водной суспензии нефтеокисляющих бактерий; перемешивание и выгрузка обработанной смеси обратно на место выемки. Для осуществления технологического процесса в соответствии с принципиальной схемой новой высокоэффективной технологии очистки почв и грунтов от загрязнений нефтью и нефтепродуктами на основе процесса биоремедиации с применением специальных биосорбционных препаратов.

2.4.1 Выбор мобильной установки

Разработанный мобильный технологический комплекс представляет собой набор оборудования, размещаемого на автомобильном, малогабаритном шасси. Для данных целей подходит, например, автомобиль с

					Расчетная часть	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

самозагрузкой «FIORI DB 110», внешний вид которого показан на рисунке 4 [20]. Но также могут быть использованы другие аналогичные машины.

Данный автомобиль гарантирует маневренность и функциональность на площадках с ограниченным пространством. Самопогрузчик с шарнирно-сочлененной рамой и качающимися мостами с блокировкой дифференциалов подходит для использования, как в городских районах, так и на пересеченной местности.

Основные преимущества этого небольшого автомобиля с самозагрузкой: реверсивный ход, полный привод и двухконусный смесительный барабан с двойной спиралью и вогнутой нижней частью.

Самозагружающийся автомобиль представляет собой систему для производства и интенсивного смешивания смеси, позволяющую выполнять загрузку, дозирование и смешивание силами одного оператора. Помимо того, что устраняет затраты на перевозку, снижаются дополнительные расходы, связанные с простоем транспортных средств, и нерациональное использование материала.

Полученная смесь выгружается посредством подвижного лотка, зону выгрузки можно увеличить с помощью дополнительных разгрузочных лотков. Благодаря концевому выключателю исключается выгрузка готовой смеси без подсоединенных лотков.

					Расчетная часть	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6- Технические характеристики самопогрузчика с перемешивающим устройством

Наименование	Характеристика
Производительность	1.1 м ³ /цикл
Циклов за час	4
Объем барабана	1650 л
Количество лопаток в барабане	2
Загрузка	задняя
Объем ковша	350 л
Трансмиссия	гидростатическая / сочленённая рама
Скорость	18 км/ч
Вес	3050 кг



Рисунок 4- Самопогрузчик с перемешивающим устройством

Данная машина высокой производительности, но небольших размеров рисунок 5 приспособлена для проведения крупных работ с непревзойденной маневренностью и стабильностью, благодаря полному приводу, шарнирной раме и качающемуся дифференциальному мосту.

Благодаря своей экономичности, простоте эксплуатации и дневной производительности самозагружающуюся бетономешалку можно считать идеальной для работ в недоступных местах.

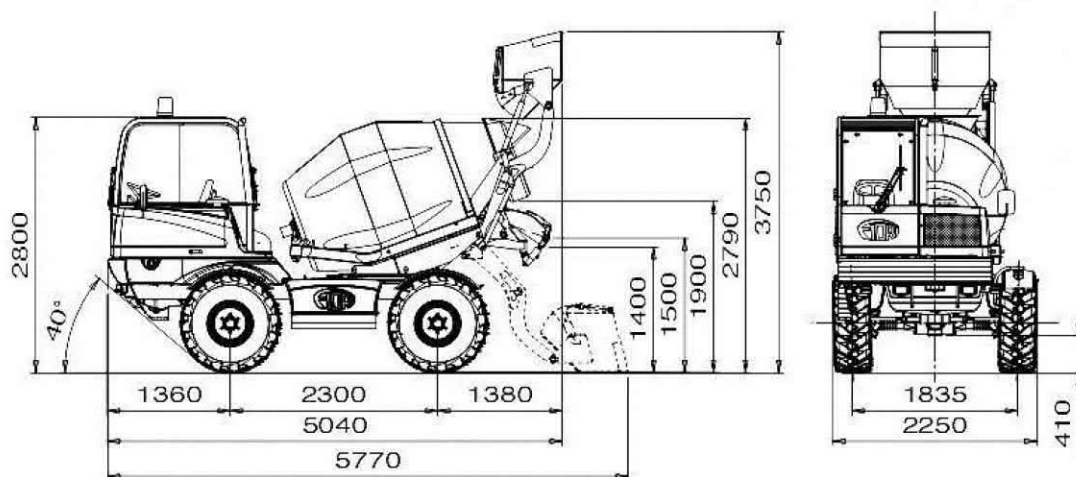


Рисунок 5- Габаритные размеры самопогрузчика с перемешивающим устройством

Перемешивающее устройство по принципу действия является гравитационным. У барабанов данного типа смесь получается за счет естественного перемешивания при помощи лопастей в барабане, которые постоянно вращаются.

Особая конструкция барабана и внутренних лопаток позволяет обеспечить более интенсивное и качественное перемешивание смеси. Гарантируется однородное смешивание смеси выше, чем на смесительных барабанах других типов. Наиболее важным параметром перемешивающего устройства является объем приготовленной за один раз смеси. В смесительный барабан рекомендуется производить загрузку не более чем на $\frac{2}{3}$ его общего объема.

На основании расчетов было установлено, что требуемый объем барабана должен составлять не менее чем 1293 литров. В результате этого был выбран смесительный барабан объем, которого составляет 1650 литров, что идеально подходит для обеспечения интенсивного и однородного перемешивание компонентов.

2.4.2 Разработка устройства для подачи сорбента

Емкость для хранения биологического сорбента представляет собой сварной алюминиевый бак. Алюминиевые баки имеют ряд преимуществ, по

сравнению с баками других металлов они не подвержены коррозии, как баки из черной стали, более легкие по сравнению с емкостями из нержавеющей стали, а соответственно удобнее в перевозке. Так же с точки зрения стоимости и долговечности, емкости из алюминия являются оптимальными, так как стоимость алюминия значительно ниже, чем у нержавейки. Такие баки могут быть отремонтированы или восстановлены, тем самым прослужат гораздо дольше. Предпочитается использовать алюминий толщиной 3 мм, такие баки более прочны.

Данная емкость включает в себя, отверстие для загрузки сорбента, для фильтрации и дозирующего устройства.

Из литературы известно, что плотность сорбента составляет 20 кг/м³, а нефтеёмкость 30 кг, таким образом, можем посчитать массу сорбента, необходимую для обработки, которая будет равна 10 кг.

Рассчитаем объем сорбента на одну загрузку и на две загрузки что бы определить необходимую емкость. Расчеты выполнены в программе Mathcad.

Рассчитаем массу сорбента необходимого для обработки:

$$M_c := \frac{M_H}{Y_c} = 10 \text{ кг}$$

Объем сорбента на одну загрузку:

$$V_c := M_c \cdot \frac{1}{\rho_c} = 0.5 \text{ м}^3$$

Суммарный объем загрузки барабана:

$$V_z := V_{HГ} + V_c = 1.093 \text{ м}^3$$

Рассчитаем объем сорбента на две загрузки:

$$V_{c2} := V_c \cdot 2 = 1 \text{ м}^3$$

Габаритные размеры емкости 700 мм х 700 мм х 2270 мм представлены на рисунке 6.



Рисунок 6 –Емкость для сорбента на 1000 л

Рассчитаем параметры что бы подобрать вихревую воздухоувку.
 Расчет выполнен в программе Mathcad.

					Расчетная часть	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$p := 44 \quad \text{кПа}$$

$$t := 20 \quad \text{C}^0$$

$$p_0 := 101.3 \quad \text{кПа}$$

$$T := t + 273$$

$$w := 20 \quad \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$C := 124$$

$$x_T := 30 \quad \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

$$\mu_0 := 0.0173 \cdot 10^{-3} \quad \text{Па} \cdot \text{с}$$

$$L := 5 \quad \text{м}$$

$$C_T := 100$$

$$d := 0.04 \quad \text{м}$$

$$H := 3 \quad \text{м}$$

$$M_B := 29 \quad \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$$

$$R_O := 2 \quad \text{м}$$

$$n := 10$$

Плотность воздуха:

$$\rho := \frac{M_B}{22.4} \cdot \frac{273 \cdot (p + p_0)}{p_0 \cdot (t + 273)} = 1.73 \quad \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Динамический коэффициент вязкости воздуха:

$$\mu := \mu_0 \cdot \frac{273 + C}{T + C} \cdot \left(\frac{T}{273} \right)^{\frac{3}{2}} = 1.831 \times 10^{-5} \quad \text{Па} \cdot \text{с}$$

$$Re := \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = 7.558 \times 10^4$$

Коэффициент трения:

$$\lambda := \frac{0.246}{Re^{0.22}} = 0.021$$

					Расчетная часть	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коэффициент местного сопротивления входа в трубу:

$$\xi_{\text{ВХ}} := 0.5$$

Коэффициент сопротивления отвода.

Находим коэффициенты:

$$A := 1.13$$

$$\frac{R_o}{(d \cdot 10^{-3})} = 5 \times 10^4$$

$$B := 0.04$$

$$\xi_{\text{ОТВ}} := A \cdot B = 0.045$$

Коэффициент сопротивления вентиля нормального $d=40$ мм :

$$\xi_{\text{ВЕНТ}} := 4.1$$

Коэффициент местного сопротивления выхода из трубы:

$$\xi_{\text{ВЫХ}} := 1$$

Потери давления на трение в пневмопроводе:

$$K := \frac{C_T \cdot d}{w^{0.9}} = 0.27$$

$$\Delta p_B := K \cdot x_T \cdot \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} + (\xi_{\text{ВХ}} + n \cdot \xi_{\text{ОТВ}} + \xi_{\text{ВЕНТ}}) + 0 \dots = 1.919 \times 10^4 \quad \text{Па}$$
$$+ \left(\xi_{\text{ВЫХ}} \cdot \frac{\rho \cdot x_T \cdot w^2}{2} + \rho \cdot x_T \cdot 9.81 \cdot H \right)$$

					Расчетная часть	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«Вихревая воздуходувка BL-150-440» это стандартные вихревые воздуходувки довольно неплохого качества. Такое оборудование имеет небольшой вес, компактные габариты, в следствие чего, удобны в установке и эксплуатации рисунок 7. Воздуходувка оснащена входным и выходным патрубком. Выбранная вихревая воздуходувка имеет не высокую производительность таблица 7, что идеально подходит для разработки нашей конструкции. [18]



Рисунок 7 – Вихревая воздуходувка BL-150-440

Таблица 7- Технические характеристики «Вихревая воздуходувка BL-150-440»

Наименование	Характеристика
Расход м ³ /ч	150
Избыточное давление, мбар	440
Мощность, кВт	2.2
Напряжение, В	380
Входной патрубок, мм	40
Выходной патрубок, мм	40
Вес, кг	27

Сорбент при помощи вихревой воздуходувки подается в перемешивающее устройство через гибкие армированные шланги из ПВХ рисунок 8. Гибкие трубы из такого материала имеют некоторые особенности, с помощью которых широко и успешно применяются, такие как: устойчивость к воздействию влаги, стойки к воздействию окружающей среды, долговечны,

возможность применения их как внутри, так и в открытой местности. Такие шланги из пластичного, устойчивого к ударам и давлению ПВХ, армированный усиливающей спиралью. Внутренняя поверхность гладкая, а внешняя немного ребристая. Гибкие армированные шланги легкие и имеет возможность сгибаться под любым углом.



Рисунок 8- Гибкие армированные шланги

2.4.3 Разработка устройства для подачи водного раствора с биологически активным компонентом

Для обеспечения увлажнения грунта и повышения эффективности процесса, необходимо добавлять 200 грамм раствора на каждый килограмм смеси. Следовательно, для обработки одной загрузки массой 1000 кг потребуется 200 литров воды. Таким образом, принимаем объем резервуара для хранения раствора на борту равным 400 литров.

Масса воды на одну загрузку:

$$M_B := M_3 \cdot Y_w = 200 \text{ кг}$$

Тогда суммарная масса загрузки барабана:

$$M_S := M_3 + M_B + M_C = 1210 \text{ кг}$$

В качестве накопительной емкости для водного раствора с биологически активным компонентом применяем бак из алюминия, габаритные размеры 600 мм x 670 мм x 1060 мм представлен на рисунке 9.

					Расчетная часть	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 9-Емкость для водного раствора с биологически активным компонентом

Водный раствор с биологически активным компонентом будет подаваться из алюминиевой емкости в перемешивающее устройство. Поверхностные самовсасывающие насосы предназначены для подачи воды из накопительной емкости [19]. Расчет и выбор насоса в программе Mathcad.

					Расчетная часть	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G := 25000 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \quad H_{\Gamma} := 2 \text{ м}$$

$$\phi := 110 \quad R_o := 2. \text{ м} \quad n := 3$$

$$d_o := 7 \text{ мм} \quad P_1 := 0 \text{ атм} \quad P_2 := 1.4 \text{ атм} \quad t := 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$d := 0.04 \text{ м}$$

Скорость жидкости в трубопроводе равна:

$$w := 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Для нашей жидкости при заданной температуре находим плотность:

$$\rho := 998 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\nu := 1 \cdot 10^{-6}$$

Число Рейнольдса:

$$Re := \frac{w \cdot d}{\nu} = 8 \times 10^4$$

Т.к. $Re > 10000$, значит имеем турбулентный режим течения

Гидравлический коэф-т трения по формуле Блазиуса:

$$\lambda := \frac{0.3164}{Re^{0.25}} = 0.019$$

Коэффициент местного сопротивления входа в трубу:

$$\xi_{\text{вх}} := 0.5$$

Коэффициент сопротивления отвода.

Находим коэффициенты:

$$A := 1.13$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$$\frac{R_o}{(d \cdot 10^{-3})} = 6.25 \times 10^4$$

$$B := 0.04$$

$$\xi_{\text{отв}} := A \cdot B = 0.045$$

Коэффициент сопротивления вентиля нормального $d=40$ мм :

$$\xi_{\text{вент}} := 4.1$$

Коэффициент местного сопротивления выхода из трубы:

$$\xi_{\text{вых}} := 1$$

$$L_{\text{тр}} := 6$$

Потери напора на трение и местные сопротивления:

$$h_{\Pi} := \left(\xi_{\text{вх}} + n \cdot \xi_{\text{отв}} + \xi_{\text{вент}} + \xi_{\text{вых}} + \lambda \cdot \frac{L_{\text{тр}}}{d} \right) \frac{w^2}{2 \cdot 9.81} = 1.74$$

Требуемый напор насоса:

$$H_{\text{н}} := H_{\Gamma} + h_{\Pi} = 3.7 \text{ м}$$

Подача насоса:

$$Q_{\text{н}} := \frac{w \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 3600}{4} = 9.048 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Коэффициент полезного действия:

$$\eta_{\text{н}} := 0.55$$

Требуемая мощность двигателя:

$$N_{\text{дв}} := \frac{9.81 \cdot H \cdot G}{1000 \cdot \eta_{\text{н}} \cdot 3600} = 0.464 \text{ кВт}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

По подаче и напору выбираем насос JS 110 D₂=124 мм

$$h_1 := 21 \quad Q_1 := 2 \quad H_1 := 20$$

$$Q_2 := 3 \quad H_2 := 18$$

$$b := \frac{\left(H_2 - h_1 - \frac{H_1 - h_1}{Q_1} \cdot Q_2 \right)}{Q_1 \cdot Q_2 - Q_2^2} = 0.5 \quad a := \frac{H_1 - h_1}{Q_1} + b \cdot Q_1 = 0.5$$

$$H_H(Q) := h_1 + a \cdot Q - b \cdot Q^2$$

$$H_C(Q) := H_H + \left(\xi_{BX} + n \cdot \xi_{OTB} + 635 + \xi_{ВЕНТ} + \xi_{ВЫХ} + \lambda \cdot \frac{L_{TP}}{d} \right) \frac{8 \left(\frac{Q}{3600} \right)^2}{\pi^2 \cdot 9.81 \cdot (d)^4}$$

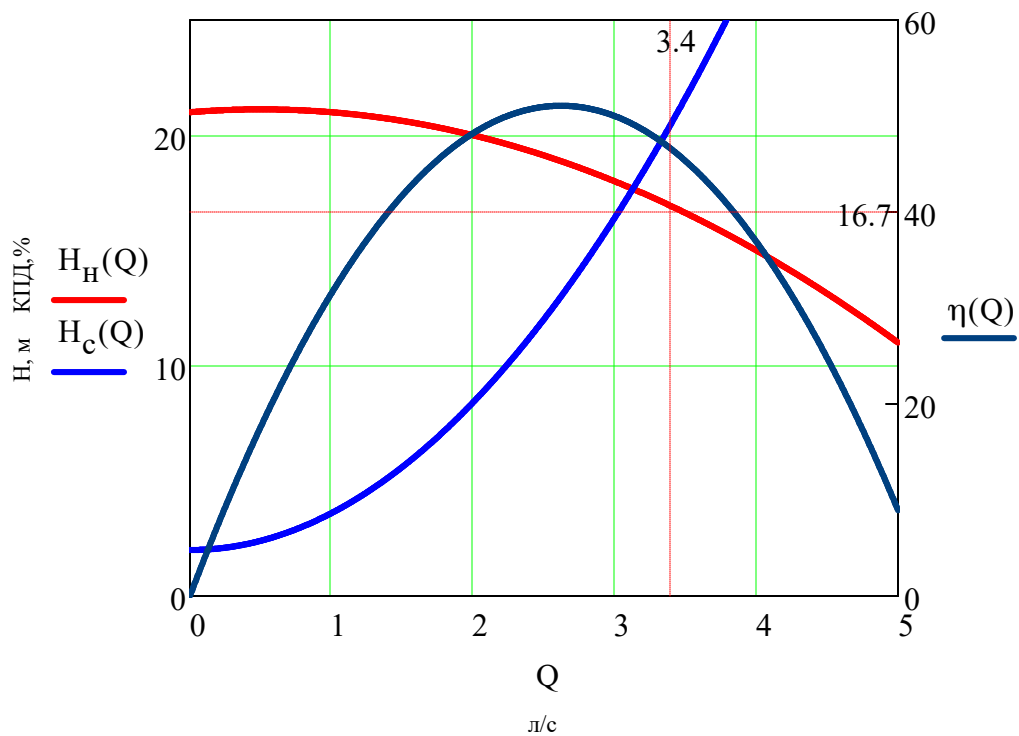
$$c_1 := 0 \quad \underline{Q_1} := 1.4 \quad \eta_1 := 40$$

$$\underline{Q_2} := 3 \quad \eta_2 := 50$$

$$c_3 := \frac{\left(\eta_2 - c_1 - \frac{\eta_1 - c_1}{Q_1} \cdot Q_2 \right)}{-Q_1 \cdot Q_2 + Q_2^2} = -7.44 \quad c_2 := \frac{\eta_1 - c_1}{Q_1} - c_3 \cdot Q_1 = 38.988$$

$$\eta(Q) := c_1 + c_2 \cdot Q + c_3 \cdot Q^2$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69



Строим характеристику сети и насоса на одном графике и находим рабочую точку:

$$H_p := 16.7 \text{ м} \quad Q_p := 3.4 \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad \eta_p := 47 \%$$

Самовсасывающий центробежный насос «JS 110» малогабаритный, имеет небольшую мощность, неплохи показатели напора и производительности. Технические характеристики насоса представлены в таблице 8.

Таблица 8- Технические характеристики «Поверхностного насоса JS 110»

Наименование	Характеристика
Производительность	3,3 м ³ /ч
Напор	47 м
Потребляемая мощность	1,7 Вт
Напряжение	230 в
Рабочее давление	6 бар
Диаметр входа	40 мм
Диаметр выхода	40 мм
Вес	11 кг



Рисунок 10- Поверхностный насос JS 110

2.4.4 Эскизная модель установки

В ходе выполнения работы была разработана эскизная модель установки при помощи системы автоматизированного проектирования Компас 3D.

Разработанный мобильный технологический комплекс представляет собой набор оборудования, размещаемого на автомобильном

малогабаритном шасси 1 рисунок 11. Нефтезагрязнённый грунт помещается в смеситель барабанного типа 2 при помощи ковшового погрузчика 3, смонтированного на том же шасси. Биосорбент из ёмкости 4 подаётся в нужном количестве в смеситель 2 при помощи вихревой воздуходувки 5. Для повышения качества обработки в смеситель 2 дополнительно с помощью насоса 6 подаётся биологически активная субстанция (в виде водной суспензии нефтеокисляющих бактерий) из резервуара 7. Далее происходит интенсивное перемешивание с образованием однородной смеси нефтезагрязнённого грунта с биосорбентом и биосуспензией. После этого полученная смесь выгружается посредством подвижного лотка 8 обратно на место выемки, где будет происходить биологическая деструкция углеводородов нефти. Вращение барабана происходит за счет передаточного механизма, в качестве этого применяем редуктор 9 эксцентрикового типа «ЭР -150» .

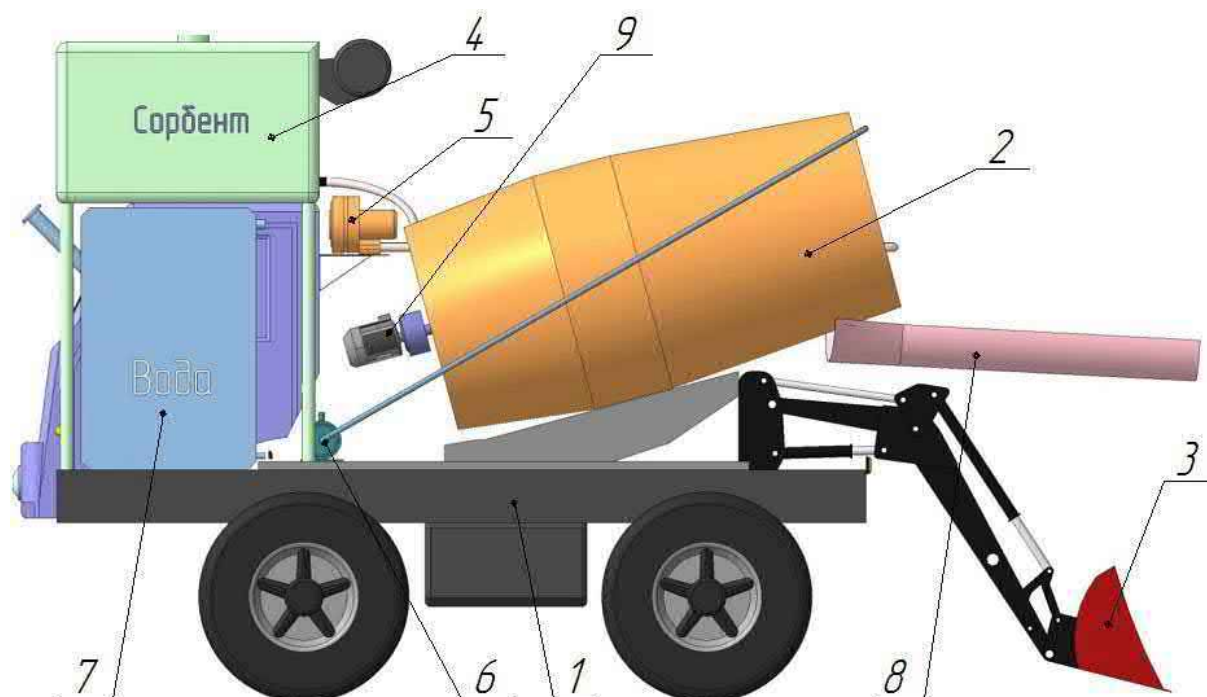


Рисунок 11 - Эскизная модель установки

Таким образом, предлагаемый мобильный технологический комплекс позволяет эффективно проводить очистку территорий от разливов нефти и

нефтепродуктов с производительностью до 1 т/ч по нефтезагрязнённому грунту, что соответствует обрабатываемой площади 23 м² в сутки при двухсменном режиме работы.

					Расчетная часть	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Социальная ответственность

Введение

В данной выпускной квалификационной работе производится выбор технологической установки для очистки грунтов методом биоремедиации. Поэтому объектом исследования для выполнения задания по разделу «Социальная ответственность» была выбрана установка для очистки грунтов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

Воздействие опасных и вредных факторов учитывается при применении очистке нефтенасыщенных грунтов. Эти факторы вполне могут причинить вред на окружающую среду, вследствие чего может возникнуть чрезвычайная ситуация, которая имеет вид техногенного характера. Целью данного раздела является анализ опасных и вредных факторов, которые могут влиять на персонал работников, ликвидирующие разливы нефти. Также поднимаются вопросы пожарной профилактики, техники безопасности и защиты окружающей среды. По тематике даются рекомендации по повышению оптимальных условий труда.

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Нормальная продолжительность рабочего времени на нефтепроводах и для работников и специалистов - 40 часов в неделю, для рабочих и служащих в возрасте от 16 до 18 лет - 36 часов в неделю, в возрасте от 15 до 16 лет, а также учащихся в возрасте от 14 до 15 лет - 24 часа в неделю.

					Технологическая установка для очистки нефте-загрязненных грунтов методом биоремедиации			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Колупаев К.Е.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					74	110
Консульт.		Фех А.И.				ТПУ гр. 2Б7Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						
		А.В. В.						

Нормальная продолжительность рабочего времени на работах с вредными условиями труда - 36 часов в неделю. Сокращение нормальной продолжительности рабочего времени вводится в тех случаях, когда время ежедневной работы во вредных условиях составляет не менее 50 % рабочего времени.

Безопасные условия и охрану труда в организации обязан обеспечить работодатель. В процессе производственной деятельности работодатель обязан обеспечить выполнение установленных законодательством условий безопасности, в том числе:

безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;

применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты;

обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;

недопущение работников моложе 18 лет к работам на опасных производственных объектах, а также работников, не прошедших обязательные медицинские обследования или имеющих медицинские противопоказания.

Организация рабочего места должна исключать или допускать редко и кратковременно работу в неудобных позах (характеризующихся, например, необходимостью сильно наклоняться вперед или в стороны, приседать, работать с вытянутыми или высоко поднятыми руками и т.п.), вызывающих повышенную утомляемость.

Организация рабочего места должна обеспечивать необходимый обзор зоны наблюдения с рабочего места.

Средства отображения информации должны быть размещены в зонах информационного поля рабочего места с учетом частоты и значимости

					Социальная ответственность	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поступающей информации, типа средства отображения информации, точности и скорости слежения и считывания [26].

Работники, занятые на работах с опасными и вредными условиями труда, должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в возрасте до 21 года - ежегодные) медицинские осмотры (обследования) для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы.

Работники могут проходить внеочередные медицинские осмотры (обследования) при наличии соответствующих медицинских рекомендаций.

При выполнении работ, связанных с повышенной опасностью (влияние вредных веществ, неблагоприятные производственные факторы), работники должны проходить обязательное психиатрическое освидетельствование не реже одного раза в пять лет в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации [27].

В соответствии с законодательством на работах с вредными и или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу сертифицированных средств индивидуальной защиты согласно действующим типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи работникам спецодежды, спец. обуви и других средств индивидуальной защиты.

При размещении на производственной территории санитарно-бытовых и производственных помещений, мест отдыха, проходов для людей, рабочих мест должны располагаться за пределами опасных зон. На границах зон, постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов – сигнальные ограждения и знаки безопасности.

Находясь на территории производственной площадки, в производственных и бытовых помещениях, на участках работ и рабочих местах, работники, а также представители других организаций обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной

					Социальная ответственность	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

организации. Территориально обособленные помещения, площадки, участки работ, рабочие места должны быть обеспечены телефонной связью или радиосвязью.

3.2 Производственная безопасность

Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проводится с использованием ГОСТ 12.0.003–2015 [3]. Название вредных и опасных производственных факторов в работе соответствуют приведенной классификации. Определены название характерных видов работ и вредных производственных факторов (ОВПФ).

Таблица 9 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Выявление загрязненных грунтов	Монтаж технологической установки	Проведение контрольных измерений	
1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [29]
2. Климатические и погодные условия на рабочем месте.	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». [30]
3. Загазованность рабочей зоны.	+	+	+	ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. [31]

4. Факторы, связанные с электрическим током.	с	+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [32]
--	---	---	---	--

3.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Персонал службы магистрального нефтепровода, при ликвидации загрязнения подвержены воздействию вредных и опасных факторов:

1. Недостаточная освещенность на рабочем месте.

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе).

Естественное освещение - освещение помещений дневным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях помещений. Естественное освещение характеризуется тем, что меняется в широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, характера области и ряда других факторов.

Искусственное освещение - применяется при работе в темное время суток и днем, когда не удастся обеспечить нормированные значения

					Социальная ответственность	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

коэффициента естественного освещения (пасмурная погода, короткий световой день).

Освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным, называется совмещенным освещением.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение.

В помещении вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5...1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно [29].

Кроме того, все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть

					Социальная ответственность	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

2. Климатические и погодные условия на рабочем месте.

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения табл. 9.

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше 20 м³ /человека с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 10.

Таблица 10 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры.

Период года	Параметры микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

Таблица 11 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры.

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого свежего воздуха, м ³ / на одного человека в час.
Объемом до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20
Более 40 м ³ на человека	Естественная вентиляция

3. Загазованность рабочей зоны

Загазованность на территории газодобывающего предприятия способствует появлению взрывоопасных смесей при достижении высокой концентрации.

Предельно допустимая концентрация природного газа в воздухе составлять 300 мг/м³ согласно ГОСТ 5542-2014 [33].

Требуется постоянный контроль за концентрацией природного газа в воздухе, недопущение утечек газа из установок. Для периодических замеров работнику следует применять переносной газоанализатор. На установках должны предусматриваться мероприятия по предотвращению влияния токсичности газов на работающих (герметизация установок, газоулавливание и отвод газа для утилизации). Отбор проб воздуха к датчику газоанализатора следует производить на рабочих местах помещений и открытых площадках на наиболее опасных и возможных (в смысле выделения газов) уровнях. Необходимо устанавливать не менее 1 датчика на каждые 100 м² площади помещения согласно ОСТ 51-45-76 [34].

4. Факторы, связанные с электрическим током.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются: обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, от случайного прикосновения; устранение опасности

					Социальная ответственность	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением; применением специальных электрозащитных средств - переносных приборов и приспособлений. Защита от статического электричества ведется преимущественно по двум направлениям:

уменьшением генерации электрических зарядов и устранением уже образовавшихся зарядов.

Устранение зарядов статического электричества достигается, прежде всего, заземлением электрооборудования. Оно выполняется независимо от других средств защиты. Заземляющие устройства, предназначенные для отвода статического электричества, обычно объединяются с защитными заземляющими устройствами для электрооборудования.

Степень воздействия электротока на организм человека зависит от его величины и продолжительности воздействия.

Сила тока зависит от величины приложенного напряжения и сопротивления участка тела. Сопротивление участка тела складывается из сопротивления тканей внутренних органов и сопротивления кожи. При расчете принимается $R=1000 \text{ Ом}$.

По условиям электробезопасности детские дошкольные учреждения относятся к зданиям с особыми рисками, поскольку дети любопытны, и их поведение предсказать трудно. Чтобы оградить детей от поражения током, все части проводки – кабельные линии, выключатели, розетки, провода и т.д. должны быть надежно изолированы от доступа. Также требуется установка надежной аппаратуры защиты, которая будет срабатывать в случае риска. Современные распределительные устройства - панели ЩО 70, щиты вполне могут справиться с этой задачей.

Обязательными для установки в детских учреждениях являются устройства защитного отключения УЗО. Их монтаж выполняется в соответствии с требованиями новых ПУЭ, согласно которым УЗО

					Социальная ответственность	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

устанавливаются в цепях электросетей общественных зданий, к которым относятся и детские дошкольные учреждения. Для защиты от перегрузок и сверхтоков помимо УЗО в сети устанавливаются автоматические выключатели и плавкие вставки.

3.4 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это система мер, направленная на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей средой, обеспечивающая сохранение и восстановление природных богатств, разумное использование природных ресурсов, предупреждающая вредное влияние результатов деятельности общества на природу и здоровье человека.

Для организации охраны окружающей среды от негативного воздействия при очистке нефтенасыщенных грунтов первоочередной задачей является определение конкретных источников негативного воздействия на основной элемент окружающей природной среды рассматриваемой территории – на земельные и лесные ресурсы.

В таблице 12 представлены источники негативного воздействия и природоохранные мероприятия.

Таблица 12 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при развешивании средств для ликвидации разливов нефти

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Литосфера	Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель
	Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов,

Таблица 12 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при развертывании средств для ликвидации разливов нефти

		химреагентов, мусора, загрязненной земли и т.д.
Атмосфера	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по причине испарения нефтепродуктов с поверхности земли	Проверка оборудования на прочность и герметичность. Соблюдение правил эксплуатации Оснащение системой контроля загазованности.
Гидросфера	Попадание в гидросферу загрязняющих веществ, таких как нефть, масла, растворители, электролиты, несоблюдения правил эксплуатации оборудования, износа уплотнений насосов	Своевременный осмотр оборудования и устранение несоответствий паспортным требованиям. Своевременная уборка отходов в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки

В целях охраны и рационального использования земельных ресурсов при производстве строительно-монтажных работ должны соблюдаться следующие основные требования к их проведению:

- неукоснительное соблюдение границ отведенных при очистке земельных участков и исключение сверхнормативного изъятия земель [35];
- недопущение захламления строительной зоны мусором, отходами изоляционных покрытий и других материалов, а также загрязнение ее горюче-смазочными материалами;
- использование парка строительных машин и механизмов, имеющих минимально возможное удельное давление ходовой части на подстилающие грунты, в целях снижения техногенного воздействия;
- своевременное и качественное выполнение всех природоохранных мероприятий, таких как противоэрозионные мероприятия и техническая рекультивация;
- использование природо- и ресурсосберегающих технологий проведения строительно-монтажных работ, позволяющих сократить потребность в древесине, песчано-гравийном грунте и др. [36];

– рациональное использование материальных ресурсов, снижение объема отходов производства с их последующей утилизацией или обезвреживанием.

По окончании реконструкции земли подлежат рекультивации, которая заключается в приведении земель в состояние, пригодное для их дальнейшего использования по назначению. Рекультивация земель является одной из важнейших составляющих комплекса мероприятий по восстановлению природных ресурсов [37].

3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Магистральный нефтепровод является опасным производственным объектом, т.к. по нему транспортируется опасное вещество – сырая нефть в количествах больше, чем пороговые. Разлившаяся нефть также представляет опасность, в засушливую погоду она может воспламениться, а также при испарении повышается предельно допустимая норма опасных веществ в воздухе.

В районе ликвидации разлива нефти возможно возникновение чрезвычайной ситуации техногенного характера – пожары (взрывы). Пожарная безопасность проектируемых объектов обеспечивается строительными конструкциями и применяемыми материалами необходимой огнестойкости. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров [38].

Мероприятия по пожарной безопасности разделяются на четыре основные группы:

- 1) предупреждение пожаров, т.е. исключение причин их возникновения;
- 2) ограничение сферы распространения огня;

					Социальная ответственность	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3) обеспечение успешной эвакуации людей и материальных ценностей из очага пожара;

4) создание условий для эффективного тушения пожара [39].

Допуск работников к проведению работ должен осуществляться после прохождения ими противопожарного инструктажа. Если происходит изменение специфики работ, то необходимо провести внеочередной инструктаж.

Применяемое оборудование по пожаро- и взрывозащите в службе ликвидации разливов нефти соответствует категории- Д [40].

Также предусмотрены первичные средства пожаротушения. К ним относятся асбестовое полотно, песок, лопата, кошма, ведро, ручные и переносные огнетушители.

Вывод

В ходе выполнения задания по разделу «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, которые могут оказать влияние на организм человека при работе с установкой для очистки грунтов методом биоремедиации. Был сделан вывод, что основным негативным фактором воздействия на почву является загрязнение ее нефтепродуктами, а наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией – возгорание разлившейся нефти.

					Социальная ответственность	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти (ЛАРН) и нефтепродуктов предусматривает выполнение многофункционального комплекса задач, реализацию различных методов и использование технических средств. Независимо от характера аварийного разлива нефти и нефтепродуктов первые меры по его ликвидации должны быть направлены на локализацию пятен во избежание распространения дальнейшего загрязнения новых участков и уменьшения площади загрязнения.

При разливе нефтепродуктов происходит загрязнение почвенного слоя и грунтовых вод нефтепродуктами на значительную глубину.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы требуется провести анализ существующих методов ликвидации аварийных разливов нефти с почв, различными методами, а также сравнить их с рассматриваемым методом биоремедиации.

Целью данного раздела выпускной квалификационной работы является определение наиболее экономически эффективного способа ликвидации разлива нефти на почве.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

					Технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Финансовый менеджмент ресурсоэффективность ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Колупаев К.Е.						
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					87	109
Консульт.		Климашева Е.И.				ТПУ гр. 2Б7Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						
		А.В. В.						

При разрыве нефтепровода, вылившаяся нефть загрязняет водные объекты, почву, атмосферу, пашни. Она может вызвать непоправимый ущерб: смерть животных и растений, загрязнение объектов водозабора, неурожай, загрязнение воздуха городов, болезни среди населения.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Так как в данном случае потребители относятся к коммерческой категории, то критерием сегментирования является размер предприятия.

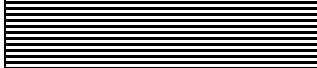
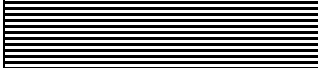


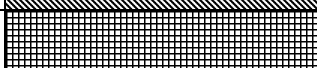

		Вид ликвидации разлива нефти		
		Метод биоремедиации	Термический метод по технологии IN-SITU	Технология EX-SITU
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Рисунок 12 – Карта сегментирования рынка услуг по ликвидации аварийных разливов нефти:



По результатам сегментирования можем сказать, что основным способом ЛАРН на поверхности почвы является метод биоремедиации. При анализе литературы по методам ЛАРН наиболее экономически эффективным является биоремедиации. Сжигание по технологии IN-SITU является простым, но довольно пожароопасным методом, поэтому используется редко. Технология EX-SITU используется чаще, но является дорогостоящим методом.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единиц);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение эффективности удаления нефтяного загрязнения	0,12	5	3	2	0,6	0,36	0,24
2. Удобство, простота эксплуатации	0,17	5	3	4	0,85	0,51	0,8
4. Экономичность	0,06	3	4	4	0,18	0,24	0,24
5. Надежность	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
7. Безопасность	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							
8. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	4	2	0,32	0,32	0,16
9. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	5	0,06	0,08	0,1
10. Цена	0,05	2	3	4	0,1	0,15	0,2

Продолжение таблицы 13

11. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
12. Послепродажное обслуживание	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,14
13. Финансирование научной разработки	0,06	4	4	2	0,24	0,24	0,21
14. Срок выхода на рынок	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
15. Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	53	47	47	4,39	3,43	3,6

Б_ф – Метод биоремедиации;

Б_{к1} – Термический метод по технологии IN-SITU;

Б_{к2} – Технология EX-SITU;

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество предложенного технического решения и его перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Повышение эффективности удаления нефтяного загрязнения	0,12	90	100	0,80	0,063
2. Удобство, простота эксплуатации	0,17	85	100	0,60	0,034
4. Экономичность	0,06	95	100	0,95	0,076
5. Надежность	0,1	55	100	0,55	0,011
7. Безопасность	0,15	90	100	0,90	0,027
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
8. Конкурентоспособность продукта	0,08	95	100	0,60	0,076
9. Уровень проникновения на рынок	0,03	75	100	0,50	0,023

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	Лист 90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продолжение таблицы 14

10. Цена	0,04	80	100	0,80	0,032
11. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	95	100	0,70	0,048
12. Послепродажное обслуживание	0,05	85	100	0,85	0,043
13. Финансирование научной разработки	0,04	90	100	0,90	0,036
14. Срок выхода на рынок	0,05	75	100	0,65	0,038
15. Наличие сертификации разработки	0,06	75	100	0,60	0,045

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 69.41,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Так как средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки находится в диапазоне значений от 60 до 79, то перспективность технического решения выше среднего.

4.1.4 SWOT – анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

В таблице 15 описаны сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут проявиться в его внешней среде. Результаты SWOT – анализа:

Таблица 15 – Итоговый SWOT анализ

	Сильные стороны научно-технологического решения: С1. Сбор информации с датчиков контроля параметров в режиме реального времени; С2. Существование большого количества компаний, способных применить метод под ключ; С3. Низкая цена метода ЛАРН; С4. Экологичность технологии; С5. Высокая эффективность применяемого метода.	Слабые стороны технологического решения: Сл1. Необходимость в высококвалифицированном персонале для ликвидации разлива нефти; Сл2. Трудности внедрения технического решения в месте разлива нефти; Сл3. Необходимость привлечения сторонней компании для внедрения технологии для ликвидации аварийного разлива нефти.
Возможности: В1. Наилучшая степень очистки почвы от нефтяного загрязнения; В2. Повышение стоимости конкурентных разработок; В3. Уменьшение экологического ущерба; В4. Повышение надежности оборудования; В5. Дистанционное регулирование параметров.	– Энергосбережение и повышенная безопасность; – Система автоматизирует применение метода.	– Принятие на работу квалифицированного персонала; – Обучение действующего персонала работе с новым оборудованием.
Угрозы: У1. Низкий спрос на данное техническое решение; У2. Развитая конкуренция на рынке; У3. Существование большого количества альтернатив разработки.	– Отсутствие спроса на новые технологии – Сложность реализации проекта.	– Вести постоянный мониторинг технических решений в области ЛАРН.

4.2 Планирование научно–исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследования	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, исполнитель
	2	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Исполнитель
Разработка технического задания	4	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	Исполнитель
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, исполнитель
Оформление отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, исполнитель

4.2.2 Определение трудоемкости выполняемых работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{min_i} + 2 \cdot t_{max_i}}{5},$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{min_i} – минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предложении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни;

t_{max_i} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предложении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на i -ом этапе, чел.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для расчета длительности работ в календарных днях, используется формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дней;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Округлим до целого числа количество календарных дней по каждой работе T_{ki} и сведем рассчитанные значения в одну таблицу (таблица 4.8).

В качестве примера расчета рассмотрим руководителя (6 дневная рабочая неделя) – составление и утверждение технического задания:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}_i} + 2 \cdot t_{\text{max}_i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{Ч}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}$$

В 2021 году – $T_{\text{кал}} = 365$ дней, $T_{\text{вых}} = 118$ дней,

Подставим численные значения в формулу:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,48 = 2,96 \approx 3 \text{ дня}$$

Инженер (5 дневная рабочая неделя) – подбор и изучение материалов:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}_i} + 2 \cdot t_{\text{max}_i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{Ч}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,48 = 2,96 \approx 3 \text{ дня}$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе, округляют до целого числа и заносят в таблицу.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научной разработки

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , человека дни	t_{max} , человека дни	$t_{\text{ож}}$, человека дни			
Календарное планирование работ по теме	3	6	4,3	Руководитель, Исполнитель	2	3
Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	18

Продолжение таблицы 17

Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Исполнитель	12	9
Согласование материалов по теме	5	8	6,2	Руководитель	6	3
Проведение теоретического анализа существующих технических решений	6	18	110	Исполнитель	10	15
Проведение теоретических расчетов и обоснование	3	12	6,6	Исполнитель	7	10
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель, Исполнитель	2	8,9
Составление пояснительной записки	7	16	11,4	Руководитель, Исполнитель	6	15

На основе таблицы 17 строим план график, представленный в таблице 18

Таблица 18 – Календарный план график проведения НИР по теме

№	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ											
				Март			Апрель			Май			Июнь		
1	Составление и утверждение тех. задания	Р	3												
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	18												
3	Согласование материалов по теме	Р	9												
4	Календарное планирование работ по теме	Р, И	3												
5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	И	15												
6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	И	10												
7	Оценка результатов исследования	Р, И	8,9												
8	Составление пояснительной записки	Р, И	15												



- руководитель



- исполнитель



4.3 Бюджет научно–технической разработки

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат НТР включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_{\text{м}}) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расх } i},$$

где $k_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$Ц_i$ – цена приобретения i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования, руб.;

$N_{\text{расх } i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м^2 и т.д.).

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, $З^{\text{м}}$, руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Заправка картриджа	шт.	1	1	1	350	400	500	350	400	500
Электричество	кВт·ч	55	61	63	3,7	3,7	3,7	203,5	225,7	233,1
Итого:								553,5	625,7	733,1

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Сюда включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (программного обеспечения), необходимого для проведения

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						98

работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 20 – Расчет затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования			Количество единиц оборудования			Стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Установка биоремедиации	Электрооборудование для нагрева почвы	Спецтехника и биореакторы для обработки почвы	1	1	1	450	515	565
2	Компьютер	Компьютер	Компьютер	1	1	1	65	64	66
Итого:							515	579	631

Б_ф – Метод биоремедиации;

Б_{к1} – Сжигание по технологии IN-SITU;

Б_{к2} – Технология EX-SITU;

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей работы

Расчет заработной платы произведен на основе тарифных ставок предприятия, которое занимается проектирование автоматизированных систем управления. Расчет осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot Т_{\text{р}},$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$Т_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником в рабочие дни.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}},$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дней $М=11,2$ месяцев, 5 – дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала в рабочие дни.

Месячный должностной оклад работника определяется по формуле:

$$З_{м} = З_{тс} \cdot (k_p + k_{пр} + k_d) + З_{тс},$$

где $З_{тс}$ - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ - премиальный коэффициент ($k_{пр} = 0,3$, т. е. 30% от $З_{тс}$);

k_d - коэффициент доплат и надбавок ($k_d = 0,2$, т. е. 20% от $З_{тс}$);

k_p - районный коэффициент (для Томска $k_p = 0,3$, т. е. 30%).

Таблица 21 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	$З_{тс}$, руб.	$k_{пр}$, %	k_d , %	k_p , %	$З_{м}$, руб.	$З_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель проекта	70000	30	20	30	126000	4200	8,6	36120
Исполнитель	25000	30	20	30	45000	1500	62,8	94200
Итого, $З_{осн}$:								130320

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей работы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{доп},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, на стадии проектирования принимают равным 0,15.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 22 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{\text{доп}}$	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	0,15	36120	5418
Исполнитель	0,15	94200	14130
Итого:		130320	19548

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды, принимается равным $k_{\text{внеб}} = 0,302$ (30,2%).

Таблица 23 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Исполнитель	36120	5418
Руководитель проекта	94200	14130
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%	
Итого:	45260,1	

4.3.6 Накладные расходы

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В статью накладных расходов входят прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: оплата электроэнергии, печать и ксерокопирование, почтовые расходы и т.д.

Накладные расходы определяются по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ - коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимается равным $k_{\text{нр}} = 16\%$.

$$\begin{aligned} З_{\text{накл1}} &= (553,5 + 515000 + 130320 + 19548 + 45260,1) \cdot 0,16 \\ &= 113\,709,056 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{\text{накл2}} &= (625,7 + 579000 + 130320 + 19548 + 45260,1) \cdot 0,16 \\ &= 123\,960,608 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{\text{накл3}} &= (733,1 + 631000 + 130320 + 19548 + 45260,1) \cdot 0,16 \\ &= 132\,297,592 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно–исследовательской работы

Таблица 24 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	
1. Материальные затраты НТИ	553,5	625,7	733,1	Пункт 4.3.1
2. Затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	515000	579000	631000	Пункт 4.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	130320	130320	130320	Пункт 4.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19548	19548	19548	Пункт 4.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	45260,1	45260,1	45260,1	Пункт 4.3.5
6. Накладные расходы	113 709,056	123 960,608	132 297,592	Пункт 4.3.6
7. Бюджет затрат НТИ	824 390,656	898 714,408	959 158,992	Сумма ст. 4.3.1–4.3.6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для 1-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}1} = \frac{824\,390,656}{959\,158,992} = 0,86$$

Для 2-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}2} = \frac{898\,714,408}{959\,158,992} = 0,94$$

Для 3-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}3} = \frac{959\,158,992}{959\,158,992} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

затрат разработки в разах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разах (значение меньше единицы, но больше нуля)

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Повышение эффективности удаления нефтяного загрязнения	0,12	0,6	0,36	0,24
2. Удобство, простота эксплуатации	0,17	0,85	0,51	0,8
4. Экономичность	0,06	0,18	0,24	0,24
5. Надежность	0,1	0,5	0,3	0,4
7. Безопасность	0,15	0,75	0,45	0,45
8. Конкурентоспособность продукта	0,08	0,32	0,32	0,16
9. Уровень проникновения на рынок	0,02	0,06	0,08	0,1
10. Цена	0,05	0,1	0,15	0,2
11. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	0,2	0,12	0,16
12. Послепродажное обслуживание	0,04	0,2	0,16	0,14
13. Финансирование научной разработки	0,06	0,24	0,24	0,21
14. Срок выхода на рынок	0,05	0,15	0,2	0,2
15. Наличие сертификации разработки	0,06	0,24	0,3	0,3
Итого	1	4,39	3,43	3,6

$$I_{p-исп1} = \sum a_i \cdot b_{p-исп1} = 4,39$$

$$I_{p-исп2} = \sum a_i \cdot b_{p-исп2} = 3,43$$

$$I_{p-исп3} = \sum a_i \cdot b_{p-исп3} = 3,6$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}^{исп1}} = \frac{4,39}{0,86} = 5,1;$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{финр}^{исп2}} = \frac{3,43}{0,94} = 3,65;$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{р-исп3}}{I_{финр}^{исп3}} = \frac{3,6}{1} = 3,6;$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{срi}$):

$$\mathcal{E}_{срi} = \frac{I_{испi}}{I_{min}}$$

Таблица 26 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,86	0,94	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,39	3,43	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	5,1	3,65	3,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,4	1,01	1

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлена технологическая установка для очистки нефтезагрязнённого грунта методом биоремедиации. Данная установка позволяет производить очистку при помощи биопрепаратов, иммобилизованных в порах сорбирующего материала.

При решении задачи были исследованы основные методы очистки нефтезагрязнённого грунта, а также существующие технологии для очистки нефтезагрязнённого грунта. Рассмотрены наиболее применяемые сорбенты.

Была разработана технологическая схема и конструкция мобильного технологического комплекса, а также произведены расчеты основных геометрических параметров установки на основании расчета материального баланса, разработал и рассчитал узел подачи сорбента и биологически активного компонента.

Таким образом, задачи решены в полном объеме, цель – разработка технологической установки для очистки нефтезагрязнённого грунта методом биоремедиации была достигнута.

					Технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Колупаев К.Е.			Заключение	Лит.	Лист
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					106
Консульт.							110
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б7Б	
		А.В. В.					

Список литературы

1. Алиев, С.А. Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв / С.А. Алиев, Д.А. Гаджиев // Изв. АН АзССР. Сер. биол. наук. - 1977. - № 2. - 46-49 с.
2. Андресон, Р.К. Применение биологического метода для очистки и рекультивации нефтегазозагрязненных почв / Р.К. Андресон, Т.Ф. Бойко, Ф.Я. Багаутдинов, ЛЛ. Даниленко, Е.М. Денежкин, Е.И. Новоселова, Ф.Х. Хазиев, Б.А. Андресон // Защита от коррозии и охрана окружающей среды. -1994. - № 2. - 16-18с.
3. Аренс В.Ж., Гридин О.М. Проблема нефтяных разливов и роль сорбентов в ее решении. // Нефть, газ и бизнес. – 2000. – № 5. –27–30 с.
4. Белик Е.С.: Интенсификация процесса биоремедиации нефтезагрязненных почв путем применения биосорбента.
5. Белик Е.С., Рудакова Л.В. Получение биосорбента на основе карбонизата для очистки нефтезагрязненных почв и грунтов // Экология и промышленность России. – 2013. – № 11. – 48–52 с.
6. Вельков В.В. Биоремедиация; принципы, проблемы, подходы / В.В. Вельков // Биотехнология.- 1995.- № 3–4.- 20-27 с.
7. Илларионов С.А., Илларионов С.Ю., Кузнецов Ф.М., Средин В.В // Рекультивация нефтезагрязненных почв .-2000г. -16-25 с.
8. Клещенко С.Е., Подавальный Д.С., Булгаков Е.Е. научный руководитель канд. техн. наук Кайзер Ю.Ф Анализ существующих технологий рекультивации нефтезагрязненных почв. Сибирский федеральный университет.

					Технологическая установка для очистки нефтезагрязненных грунтов методом биоремедиации			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Колупаев К.Е.			Список литературы	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Зиякаев Г.Р.					107	110
Консульт.						ТПУ гр. 2Б7Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						
		А.В. В.						

9. Крамм Э.А., Кустова Н.А., Заборская А.Ю., Изучение процесса биокомпостирования нефтезагрязненных грунтов на модельных средах// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2011. - №2. – 39 с.
10. Кузьмин А.В. Расчеты деталей машины : Справочное пособие .- 3-е издание .-1986.- 400 с.
11. Михайлова А.А.: Институт естественных наук и технологий., Эколого-биологические особенности и подходы к нормированию загрязнения нефтепродуктами городской среды. Том 1.-2000.
12. Оборин А.А Нефтезагрязненные биогеоценозы: моногр./УрО РАН.- Пермь: Изд-во Пермс.гос.тех.ун-та,2008.- 511 с.
13. Решотова Л.Н Справочник по самоустанавливающимся механизмам: издания 1979 г.
14. Темирханов Б.А. Исследование основных свойств нефтяных сорбентов и их сравнительный анализ // Актуальные проблемы современной науки. Ч.13. Экология: Труды 5-й Международной конференции молодых ученых и студентов. 7–9 сентября 2004. – 127 с.
15. Терещенко Н.Н., Лушников С.В. Способ стимулирования активности углеводородокисляющих микроорганизмов в почве, загрязненной нефтью и нефтепродуктами //Материалы 1-го Международного конгресса «Биотехнология - состояние и перспективы развития» - М., 2002.- 476 с.
16. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Справочник. М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2003.- 258 с.
17. ГОСТ 52857.2-2007 Расчет цилиндрической обечайки на прочность. 18. Универсальный каталог нагнетательного оборудования [Электронный ресурс] : база содержит сведения о вихревой воздуходувке – 2006. -Режим доступа : <http://zenova.ru/category/vozduhoduivki/model/bl-150-440>
19. Поверхностный самовсасывающий насос JS 110: Режим доступа -

					Список литературы	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

<http://agro-store.com.ua/poverhnostniy-nasos-rudes-js-110>

20. Строительная техника FIORI от ЗАО «САМТЕК» [Электронный ресурс] : база содержит сведения о бетоносмесителе с самозагрузкой – 2007-2015. – Режим доступа <http://fiorigroup.ru/produksiya/mobilnye-betonosmesiteli/db-110>

21. Патент № 2330734 Российской Федерации, МПК В09С1/00 (2006.01), С02F11/00 (2006.01), С02F01/32(2006.01). Установка для переработки нефтезагрязненных почв, грунтов и нефтешламов / Амирова Л.М, Култашев А.Б, Новширванов Л.Г, Сахапов Я.М, Фассахов Р.Х, Фаттахов М.Х, Хасаншин Д.Л, Хамидуллин М.Г

22. Патент № 2426833 Российской Федерации, МПК Е02В15/10 (2006.01), С02F1/28 (2006.01), С10G25/00 (2006.01). Установка и способ очистки от нефти, нефтепродуктов и нефтяного шлама / Телесов А.А., Телесов А.Н.

23. Патент № 2479365 Российской Федерации, МПК В09С1/10 (2006.01). Способ и установка для микробиологической очистки грунтов, загрязненных тяжелыми металлами и нефтепродуктами / Бельков В.М., Холодилова Е.С.

24. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – Москва, 1986. -10 с.

25. Шейнин Л.А. Эксплуатация дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1980. -106 с.

26. ГОСТ 12.2.061-81. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

27. Госгортехнадзор России. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08- 624-03.

28. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.

					Список литературы	Лист
						109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

29. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
30. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
31. ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
32. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
33. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 N 136-ФЗ. Статья 13. Содержание охраны земель.
34. ГОСТ Р 52104-2003. Национальный стандарт российской федерации. Ресурсосбережение. Термины и определения.
35. Постановление правительства РФ от 10.07.2018 № 800. Правила проведения рекультивации и консервации земель.
36. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 13.07.2015).
37. ГОСТ 5542-2014. Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия.
38. ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
39. ОСТ 51-45-76. Газодобывающие предприятия. Эксплуатация установок по сбору и подготовке газа к транспорту.
40. Постановление правительства РФ от 16 декабря 2020 года № 2124. Об утверждении требований к составу и оснащению аварийно-спасательных служб и (или) аварийно-спасательных формирований, участвующих в осуществлении мероприятий по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

					Список литературы	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		